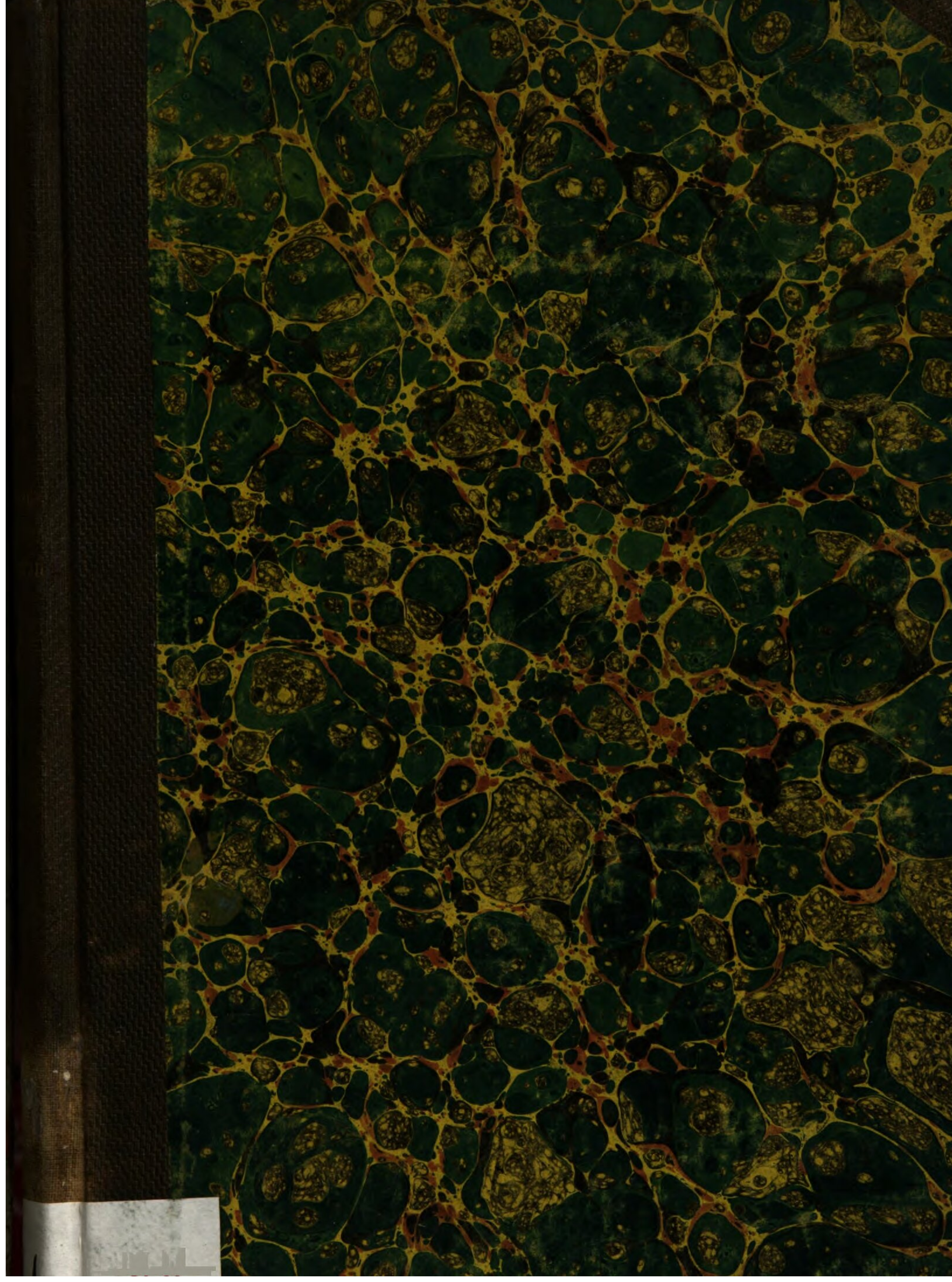




D 176

OS 754

(1)

n.v.

W 99

9th - not at all!

862

✓
BESCHREIBUNG

der

Hemmungen der höheren Uhrmacherkunst.

Anleitung zur Anfertigung dieser Hemmungen und
die Kunst Edelsteine zu jeglichem Gebrauche für
Uhren zu bearbeiten,

verfasst von

J. H. MARTENS,

erster Lehrer der Grossherzogl. Badischen Uhrmacherschule zu Furtwangen.

Nebst einem Atlas von 24 Tafeln mit Zeichnungen.

Furtwangen (Grossherzogthum Baden) **1858.**

Selbstverlag des Verfassers.

Leipzig, G. H. Friedlein.



134 352 270



Durch gütige Vermittelung des verehrlichen Herausgebers der deutschen Gewerbezeitung, einer Verlagsbuchhandlung, so wie nachgenannter Herren Uhrmacher, Uhren- und Fourniturenhändler ist es mir gelungen, dieses Werk den Kunstfreunden des In- und Auslandes vorzuführen. Ich bitte daher meine geehrten Gönner, welche sich in Besitz desselben wünschen und mir nicht nahe sind, sich gefälligst in frankirten Briefen unter Einsendung des Betrages dahin wenden zu wollen.

Auf dem Wege des Buchhandels ist dasselbe nur von Hrn. G. H. Friedlein in Leipzig zu beziehen.

Zu haben in

Altona bei Herrn Krille, Kessel's Nachfolger,
Etablissement für Anfertigung
von Chronometern, Taschen- und
Pendeluhrn, am Holzhafen Nr. 5.

Berlin „ „ Reiss & Comp., Uhren- und
Fournituren-Handlung, Werder-
strasse Nr. 12.

Bern		bei Herrn Robert Edler, Uhrmacher.
Braunschweig	„ „	G. Deumeland, Hofuhrmacher. Neustrasse.
Chaux-de-Fonds (en Suisse)	„ Mr.	Adolphe Louis Munk, Fabrique d'Horlogerie, Outils et Fournitures d'Horlogerie. Grande Rue.
Danzig	„	Herrn J. Nord, Uhrmacher.
Dresden	„ „	Johann Gustav Alt & Comp., Uhrenmacher, Schlossgasse.
Frankfurt a/M.	„ „	Moritz Gutmann, Uhrenhandlung eigener Fabrik von Chaux-de-Fonds, Ecke der Heiligengeiststrasse.
Genève	„ Mr.	D. E. Schwitzguebel, Marchand de Fournitures d'Horlogerie, Rue Bonivard Nr. 1 à Côté de l'église Anglaise.
Glashütte (in Sachsen)	„	Herrn Moritz Grossmann, Uhrenfabrikant.
Hamburg	„ „	Wilh. Bröcking, Uhr- und Chronometermacher. Ecke der Adolfsbrücke u. des Altenwalls Nr. 36.
—	„ „	Fensohn & Rostock, Uhrenmacher. Grosse Bleichen Nr. 10.

Hamburg bei Herrn John Neckel, Uhrmacher. St. Pauli, Langereihe Nr. 11.

Leipzig „ „ Friedr. Georg Wieck, Herausgeber der deutschen Gewerbezeitung. Aeussere Zeitzerstrasse Nr. 22 g.

— „ „ Bernhard Mohrstedt, Uhrenhandlung, Brühl Nr. 64, Kraft's Hof.

Locle „ Mrs. Huguenin Frères, Commission, (en Suisse) Expédition, Outils et Fournitures d'Horlogerie.

London „ Mr. W. A. Meves, Chronometer & Watch Manufacturer, Nr. 82 Herbert Street, New North Road, Hoxton.

— „ „ H. Ehnhuus, Toolshop, Nr. 53 Frith Street, Soho Square.

Paris „ „ Devrienne, Marchand de Fournitures d'Horlogerie, 6 Cour des Fontaines.

— „ „ E. Schirmann, Horlogerie de la Forêt-Noire, 4 rue Richepance, (Commission, Exportation).

Prag „ Herren Carl Suchy Söhne, Uhrenhandlung.

Stuttgart „ Herrn Fritz Gutekunst, Uhrmacher, Stiftskirchenplatz Nr. 1.

Wien bei Herrn J. G. Marenzeller, Uhr- und
Chronometermacher. Haarmarkt,
im grossen Waaghause Nr. 641.

Zürich „ „ J. J. Baron, Uhrmacher, und
beim Herausgeber in Furtwangen.

Der Preis dieses Werkes ist 9 fl. 20 Xr. = 5 Thlr.
10 Sgr. = 20 Francs.

Vorliegendes Werk wird in kurzer Zeit auch in
französischer Sprache erscheinen.

V o r w o r t.

Das Bedürfniss einer genauen Beschreibung mehrerer Hemmungen (Echappements) der höheren Uhrmacherkunst und einer allgemein verständlichen Anleitung zur Anfertigung derselben ist von jedem Uhrmacher, der sein Geschäft mit Lust und Liebe verfolgt, wohl schon längst gefühlt worden.

Die meisten der bisher über Uhrenbau erschienenen Werke entbehren der Einfachheit und Klarheit in der Darstellungsweise, sowie der nöthigen Bestimmtheit in Aufstellung der Regeln; namentlich sind die Abhandlungen über die Hemmungen oft zu mangelhaft oder in einem zu sehr mathematischen Gewande abgefasst, als dass sie der Mehrzahl der Uhrmacher als praktische Führer dienen könnten.

Diese Umstände veranlassten mich ein leicht fassliches Verfahren aufzustellen, nach welchem die Hemmungen in ihren verschiedenen Constructionen allen Erfordernissen entsprechend ausgeführt werden können.

Um meinen Zweck zu erreichen befliss ich mich sowohl Text als Zeichnungen mit der grösstmöglichen Sorgfalt und Genauigkeit auszuführen. Da ich die meisten der hier beschriebenen Hemmungen mit eigener Hand angefertigt habe, so gründen sich die zu deren Ausführung aufgestellten Regeln auf eigene Erfahrungen und Prüfungen. Die Zeichnungen sind unter meiner persönlichen Leitung auf Stein gravirt worden. Um Klarheit und Deutlichkeit in ihre kleinsten Theile zu bringen, habe ich sie in einem die natürliche Grösse weit übertreffenden Maassstabe entworfen.

In den Anweisungen zum Entwurfe der Hemmungen sowie in den Angaben über die zu ihrer Anfertigung erforderlichen Mittel und Wege bemühte ich mich, so vollständig und genau zu sein, als es das Verständniss des wichtigen Gegenstandes verlangt. Manche jener Mittel und Wege kann ich mit bestem Gewissen als neue bezeichnen, da sie meine eigenen Ideen und Erfindungen sind. Hierüber bitte ich

namentlich zu vergleichen die Capitel über die Anfertigung der Anker, das Schneiden der Hemmungsräder, die Verfertigung der zum Schneiden der Hemmungsräder erforderlichen Fraisen, die Methoden bei Verfertigung der Compensationsunruhen, sowie über die Bearbeitung der Edelsteine zu jeglichem Gebrauche für Uhren.

Die Reihenfolge der zu lehrenden Gegenstände habe ich, wie ein Blick auf das Inhaltsverzeichniss darthun wird, so angeordnet, dass dadurch ein stufenweiser Fortschritt in der Kunst entwickelt werde.

Da die ruhende Ankerhemmung für Pendeluhren von Graham die Grundlage sämmtlicher Ankerhemmungen bildet, so stellte ich die Anweisung zum Entwerfe derselben denjenigen der Ankerhemmungen für Taschenuhren voran und liess diese folgen, wie sie aus einander entsprungen sind.

Die Anleitung zur Behandlung der zu verwendenen Metalle, deren vollständige Kenntniss für den Uhrmacher ein unbedingtes Bedürfniss ist, geht dem eigentlichen Lehrgegenstande voran.

Die Beschreibung des von mir angewandten Metermaasses nebst einer Tabelle zur Vergleichung dieses neufranzösischen Maasssystems mit dem altfranzösi-

schen, ferner eine Zusammenstellung der zur Eintheilung dieses Maasses erforderlichen Messinstrumente und der hier angewendeten Decimalrechnung mit einer Reciprokentafel zur Vergleichung der Decimalbrüche mit den gewöhnlichen Brüchen sind dem Werke als Anhang beigelegt.

La Chaux-de-Fonds 1857.

J. H. Martens.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite
Einleitung	1

Vorcapitel.

Von der Behandlung der Metalle	4
I. Artikel. <i>a.</i> Behandlung des Stahles im Allgemeinen	4
<i>b.</i> Das Härten des Stahles	5
II. Artikel. Von der Behandlung des Messings . .	7

Erstes Capitel.

Die ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren, von Graham	8
I. Artikel. Anweisung zum Entwurfe der ruhenden Ankerhemmung zu Pendeluhren	9
II. Artikel. Die verbesserte ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren	11
III. Artikel. Die ruhenden Ankerhemmungen in natürlicher Grösse	12
IV. Artikel. Vorthelle bei Anfertigung der ruhenden Ankerhemmung zu Pendeluhren und bestimmte Maassangaben für die verschiedenen Theile . . .	13

	Seite
<i>a.</i> Anfertigung des Rades	13
<i>b.</i> Anfertigung der Ankerfassung	15
<i>c.</i> Anfertigung der Paletten	15
<i>d.</i> Das Poliren der Paletten, wenn dieselben nicht mit Steinen versehen werden	16
<i>e.</i> Maassangabe der Zapfenstärke für die ruhende Ankerhemmung in Pendeluhren	17

Zweites Capitel.

Die Construction der Anker zu Taschenuhren	19
I. Artikel. Anweisung zum Entwurfe des Ankers für ein Rad mit spitzen Zähnen (englische Methode) . .	19
II. Artikel. Anweisung zum Entwurfe des Ankers für ein Rad mit geneigten Zähnen (schweizer Methode) . .	22

Drittes Capitel.

Bestimmung der Grösse der Scheibe, der Länge der Ga- bel für eine gegebene Entfernung der Bewegungsmittel- punkte des Ankers und der Unruhe von einander, und für die dem Gange zu ertheilende Hebung. Angabe der Regeln für die Sicherheit an der Scheibe und an der kleineren Rolle	25
I. Artikel. Anweisung zum Entwurfe der Gabel und der Scheibe	25
II. Artikel. Regeln für die Sicherheit an der Scheibe . .	27
III. Artikel. Regeln für die Sicherheit an der kleinen Rolle	27

Viertes Capitel.

Verschiedene Constructionen der Ankerhemmung	29
I. Artikel. Die Hemmung mit dem Anker an der Seite und bedeckten Hebelsteinen	29

	Seite
II. Artikel. Die Hemmung mit dem Anker an der Seite und freistehenden Hebelsteinen	30
III. Artikel. Die Ankerhemmung in gerader Linie Nr. 1 mit freistehenden Hebelsteinen	31
IV. Artikel. Die Ankerhemmung in gerader Linie Nr. 2 mit bedeckten Hebelsteinen	32
V. Artikel. Die Ankerhemmung in gerader Linie Nr. 3 mit bedeckten Hebelsteinen	33
VI. Artikel. Wirkung der Ankerhemmung	34

Fünftes Capitel.

Die Uebertragung des Ankers aus einer in vielfach vergrössertem Maassstabe entworfenen Zeichnung in's Kleine, nach den vom Verfasser erfundenen Methoden 35

I. Artikel. Anweisung zum Entwurfe der für die Uebertragung des Ankers in's Kleine erforderlichen Zeichnung und über die aus einer solchen Zeichnung zu entnehmenden Mittel zur Ausführung des Ankers 35

II. Artikel. Anfertigung des Ankers unter Beihülfe der im ersten Artikel gefundenen Mittel 38

Sechstes Capitel.

Die Uebertragung der Länge der Gabel, der Grösse der Scheibe, der kleineren Sicherheitsrolle und des Hebelsteins in's Kleine aus einer in vielfach vergrössertem Maassstabe entworfenen Zeichnung. — Die Wahl der Metalle zu Gabeln. — Die Anfertigung der Gabeln, der Scheibe und der Sicherheitsrolle. — Die Anfertigung der Achsen oder Wellen für Unruhe und Anker. — Die konischen Zapfen. — Die Vorbereitung der Stähle zum

	Seite
Rouliren der konischen Zapfen. — Das Rouliren und Poliren der Zapfen. — Das Verhältniss der Stärke der Zapfen zur Grösse der Uhr für Anker-, Cylinder- und Duplex-Hemmungen. — Die Luft der Zapfen in den Löchern nach Verhältniss ihrer Stärke und der Form der Löcher, in denen sie sich bewegen sollen; nach des Verfassers Erfahrungen	44
I. Artikel. Uebertragung der Länge der Gabel, der Grösse der Scheibe und der kleineren Sicherheitsrolle in's Kleine, sowie Uebertragung der Stärke des Hebelsteins in bestimmtes Maass	44
<i>a.</i> Uebertragung der Länge der Gabel, der Grösse der Scheibe und der kleineren Sicherheitsrolle in's Kleine	44
<i>b.</i> Uebertragung der Stärke des Hebelsteins in bestimmtes Maass	46
II. Artikel. Wahl der Metalle zu Gabeln. — Anfertigung der Gabeln und die dazu dienenden Hilfsmittel	46
<i>a.</i> Wahl der Metalle zu Gabeln	46
<i>b.</i> Anfertigung der Gabeln und die dazu dienenden Hilfsmittel	47
III. Artikel. Anfertigung der Scheibe und der Sicherheitsrolle, nebst Erklärung der dazu nöthigen Einrichtungen	50
<i>a.</i> Anfertigung der Scheibe	50
<i>b.</i> Das Poliren der Scheibe	52
<i>c.</i> Anfertigung der Sicherheitsrolle	54
IV. Artikel. Anfertigung der Achsen oder Wellen für Unruhe und Anker	55
<i>a.</i> Anfertigung der Achse für die Unruhe	55
<i>b.</i> Anfertigung der Achse für den Anker	56

	Seite
V. Artikel. Die konischen Zapfen und die zu ihrer Anfertigung erforderlichen Hülfsmittel	57
<i>a.</i> Allgemeines über konische Zapfen	57
<i>b.</i> Vorbereitung der Stähle zum Rouliren und Poliren der konischen Zapfen	58
<i>c.</i> Das Rouliren und Poliren der konischen Zapfen	59
VI. Artikel. Das Verhältniss der Stärke der Zapfen zur Grösse der Uhr, für Anker-, Cylinder- und Duplexhemmungen. — Die Luft der Zapfen in den Löchern nach Verhältniss ihrer Stärke und der Form der Löcher, in denen sie sich bewegen sollen . .	60
<i>a.</i> Das Verhältniss der Stärke der Zapfen zur Grösse der Uhr	60
<i>b.</i> Die Luft der Zapfen in den Löchern nach Verhältniss ihrer Stärke und der Form der Löcher, in denen sie sich bewegen sollen	61

Siebentes Capitel.

Die Cylinderhemmung	63
I. Artikel. Anweisung zum Entwurfe der Cylinder- hemmung	64
II. Artikel. Vorthelle bei Anfertigung der Cylinder- hemmung	66
<i>a.</i> Anfertigung des Rades	66
<i>b.</i> Anfertigung des Cylinders	69

Achstes Capitel.

Die ruhende Doppelradhemmung (Echappement Duplex) .	74
I. Artikel. Anweisung zum Entwurfe der ruhenden Doppelradhemmung	75

II. Artikel. Bemerkungen über verschiedenartig ausgeführte Constructionen der ruhenden Doppelradhemmung	77
---	----

Neuntes Capitel.

Die hauptwirkenden Hebel der freien Hemmungen zu Chronometern. — Die Uebertragung der für diese Hebel bestimmten Grössen in's Kleine	80
--	----

I. Artikel. Anweisung zum Entwurfe der hauptwirkenden Hebel	80
---	----

II. Artikel. Die Uebertragung der Grösse des Rades und der Scheibe in's Kleine	83
--	----

Zehntes Capitel.

Beschreibung dreier freien Hemmungen für Chronometer und Erläuterung der bei deren Anfertigung anzuwendenden Arbeitsmethoden. — Das Verhältniss der Zapfenstärke zur Schwere der Unruhe bei Anwendung jener Hemmungen für Taschen-Chronometer	84
---	----

I. Artikel. Die freie Federhemmung für Taschen-Chronometer, nach der vom Verfasser verbesserten Construction	84
--	----

a. Anweisung zum Entwurfe der freien Federhemmung	84
---	----

b. Wirkung dieser freien Federhemmung	86
---	----

II. Artikel. Die freie Doppelrad-Federhemmung für Taschen-Chronometer, vom Verfasser construirt	87
---	----

a. Anweisung zum Entwurfe der freien Doppelrad-Federhemmung	87
---	----

b. Wirkung der freien Doppelrad-Federhemmung	89
--	----

	Seite
III. Artikel. Die freie Hemmung mit dem Schwengel (Echappement à bascule) für Taschen-Chronometer	90
<i>a.</i> Anweisung zum Entwurfe der freien Hemmung mit dem Schwengel	90
<i>b.</i> Wirkung der freien Hemmung mit dem Schwengel	92
IV. Artikel. Arbeitsmethoden bei Anfertigung der freien Hemmungen und das Verhältniss der Zapfenstärke zur Schwere der Unruhe für Taschen-Chronometer, nach des Verfassers Erfahrungen	93
<i>a.</i> Anfertigung der Hemmungsfeder	93
<i>b.</i> Anfertigung der Auslösungsfeder	96
<i>c.</i> Anfertigung des Schwengels (Bascule)	97
<i>d.</i> Anfertigung der Scheibe	98
<i>e.</i> Anfertigung der Auslösungsrolle	99
<i>f.</i> Vollenden des Hemmungsrades	99
<i>g.</i> Das Verhältniss der Zapfenstärke zur Schwere der Unruhe (für Taschen-Chronometer) . .	100

Elftes Capitel.

Die freie Hemmung von Robin und die freie Hemmung Ancre-bascule	102
I. Artikel. Die freie Hemmung von Robin, nach der vom Verfasser verbesserten Construction	102
<i>a.</i> Anweisung zum Entwurfe dieser Hemmung	103
<i>b.</i> Wirkung obiger Hemmung	107
II. Artikel. Die freie Hemmung Ancre-bascule nach den vom Verfasser aufgestellten Regeln	107
<i>a.</i> Anweisung zum Entwurfe dieser Hemmung	108
<i>b.</i> Wirkung dieser Hemmung	110
III. Artikel. Vorthelle bei Anfertigung der freien Hemmung von Robin	111

Zwölftes Capitel.

Die freie Hemmung mit stetiger Kraft (Echappement à force constante)	113
--	-----

	Seite
I. Artikel. <i>a.</i> Anweisung zum Entwurfe der freien Hemmung mit stetiger Kraft	115
<i>b.</i> Entfernung der Bewegungsmittelpunkte von einander und die Grösse der Hebel der freien Hemmung mit stetiger Kraft	118
<i>c.</i> Wirkung der freien Hemmung mit stetiger Kraft	119
II. Artikel. Vortheile bei der Anfertigung der freien Hemmung mit stetiger Kraft	120

Dreizehntes Capitel.

Die freie Hemmung mit stetiger Kraft und Auslösung, (Echappement à force et dégagement constants), neu vom Verfasser construirt, so dass sie für Taschen-Chronometer anwendbar ist

122

I. Artikel. *a.* Anweisung zum Entwurfe dieser Hemmung

124

b. Wirkung dieser Hemmung

128

II. Artikel. Vortheile bei der Anfertigung der freien Hemmung mit stetiger Kraft und Auslösung

129

Vierzehntes Capitel.

Die Vorbereitung zum Schneiden der Hemmungsräder, die Art und Weise die verschiedenen Räder zu schneiden und die Methoden bei Anfertigung der zum Schneiden der Hemmungsräder erforderlichen Fraisen

132

a. Vorbereitung zum Schneiden der Hemmungsräder

132

b. Das Schneiden des Steigerades zu der Ankerhemmung (Graham) zu Regulateuren . . .

133

c. Das Schneiden des Ankerrades mit spitzen Zähnen zu Taschenuhren

133

d. Das Schneiden des Ankerrades mit abgèschrägten Zähnen zu Taschenuhren

134

e. Das Schneiden des Duplexrades

134

f. Das Schneiden des Hemmungsrades zu Chronometern

136

	Seite
<i>g.</i> Anfertigung der zum Schneiden der Hem- mungsräder erforderlichen Fraisen	136
<i>h.</i> Vorthelle beim Härten der Fraisen	139

Fünfzehntes Capitel.

Von der Compensation durch die Unruhe. — Die Anfertigung der Compensations-Unruhe und Erklärungen der zu diesem Behufe anzuwendenden Vorrichtungen und Hilfsmittel. — Bestimmung des Verhältnisses des Durchmessers, der Höhe und der Schwere der Unruhe nach Maassgabe der Grösse der Uhr; nach des Verfassers Erfahrungen und Verbesserungen		140
I. Artikel. Von der Compensation durch die Unruhe		140
Tabelle der linearen Ausdehnung einiger Metalle		144
II. Artikel. Anfertigung der Compensations-Unruhe und die zu diesem Behufe anzuwendenden Vorrichtungen und Hilfsmittel		144
III. Artikel. Bestimmung des Verhältnisses des Durchmessers, der Höhe und des Gewichtes der Unruhe zu der Grösse der Uhr (für Taschenuhren)		153

Sechzehntes Capitel.

Von der Wirkung des Widerstandes der Luft gegen die Compensations-Unruhe. — Vom Einflusse der äusseren Bewegungen auf die Unruhschwingungen und den Mitteln, ihn möglichst gering zu machen. — Vom Isochronismus der Unruhschwingungen und von den Spiralfedern. — Die Anfertigung der cylindrischen Spiralfeder und die Herstellung der Biegung an der flachen Spiralfeder		157
I. Artikel. Von der Wirkung des Widerstandes der Luft gegen die Compensations-Unruhe		157
II. Artikel. Vom Einflusse der äusseren Bewegungen auf die Unruhschwingungen und den Mitteln, ihn möglichst gering zu machen		159
III. Artikel. Vom Isochronismus der Unruhschwingungen und von den Spiralfedern		161

	Seite
IV. Artikel. Von der Anfertigung der Spiralfedern	166
<i>a.</i> Anfertigung der cylindrischen Spiralfeder	166
<i>b.</i> Die Herstellung der Biegung an der flachen Spiralfeder (à la Breguet)	168

Siebenzehntes Capitel.

Vom Reguliren der Uhren	170
I. Artikel. <i>a.</i> Das Reguliren der Uhren durch An- wendung des Rückers	170
<i>b.</i> Die Anwendung des Compensateurs, um die Compensation an der Spiralfeder herzu- stellen	171
II. Artikel. Den Isochronismus der Unruhschwin- gungen durch die Spiralfeder herzustellen	173
III. Artikel. Die Art und Weise, die Uhren in ver- schiedenem Lagen zu reguliren	177
IV. Artikel. Das Reguliren der Chronometer und die Behandlungsweise, eine genaue Compensation in den verschiedenen Temperaturen durch die Unruhe zu erlangen	179

Achtzehntes Capitel.

Von der Wahl und dem Präpariren des Oeles und dessen Anwendung in Uhren	184
I. Artikel. Die Wahl und das Präpariren des Oeles für Uhren	184
II. Artikel. Die Anwendung des Oeles in Uhren	187

Neunzehntes Capitel.

Die Bearbeitung der Edelsteine zu jeglichem Gebrauche für Uhren und Beschreibung der bei dieser Arbeit an- zuwendenden Maschinen und Vorrichtungen nach des Verfassers Erfahrungen und Verbesserungen	188
I. Artikel. Die Vorbereitung des Diamanten zum Drehen und Vorschleifen der rohen Edelsteine. — Die Bereitung des Diamantpulvers zum Bohren,	

	Seite
Schleifen und Poliren der Edelsteine. — Beschreibung der hierzu erforderlichen Hülfsmittel	191
II. Artikel. Die Vorbereitung der rohen Edelsteine behufs weiterer Verarbeitung zu Zapfenlöchern, Hebeln oder sonstigen Theilen der Uhren, und die dazu erforderlichen Maschinen und Vorrichtungen	195
III. Artikel. Das Bohren, Schleifen und Poliren der Steinlöcher und Steindecken, so wie Beschreibung der hierbei in Anwendung kommenden Maschinen und Hülfsmittel	197
IV. Artikel. Das Setzen oder Einfassen der Steinlöcher und Decksteine und die anzuwendenden Hülfsmittel	203
V. Artikel. Die Anfertigung der Steinpaletten zu Ankern für Regulateure, der bedeckten und der freistehenden Hebelsteine für Anker zu Taschenuhren, der Hebelsteine zu Chronometern und der Hebelsteine zu den Scheiben für Ankerhemmungen	206
a. Die Anfertigung der Steinpaletten zu Ankern für Regulateure und die zur Ausführung derselben erforderlichen Vorrichtungen und Hülfsmittel	206
b. Die Anfertigung der bedeckten Hebelsteine für Anker zu Taschenuhren und die dabei in Anwendung kommenden Vorrichtungen und Hülfsmittel	211
c. Die Anfertigung der freistehenden Hebelsteine für Anker, der Hebelsteine für Chronometer und der Hebelsteine zu den Scheiben für Ankerhemmungen und die hierbei in Anwendung kommenden Vorrichtungen und Hülfsmittel	213
VI. Artikel. Die Anfertigung des Steincyinders und die zur Ausführung desselben erforderlichen Vorrichtungen und Hülfsmittel	216
VII. Artikel. Die Anfertigung der kleinen Rolle für die Doppelradhemmung und die zur Ausführung	

	Seite
derselben anzuwendenden Vorrichtungen und Hilfsmittel	219
Tabelle der specifischen Gewichte einiger Metalle und anderer festen Körper	223

A n h a n g.

Das Metermaass und die Vergleichung dieses neueren französischen Maasssystems mit dem altfranzösischen	225
Tabelle zur Verwandlung des Metermaasses in altfranzösisches Maass	226
Die Beschreibung der für die Uhrmacherkunst mit Vortheil zu verwendenden Messinstrumente	228
<i>a.</i> Der Meter- und Zollmaassstab	228
<i>b.</i> Das Zehntel-Maass (<i>dixième</i>)	228
<i>c.</i> Der Mikrometer	229
Die Berechnung der Decimalbrüche und ihre Vergleichung mit den gewöhnlichen Brüchen	230
Reciprokentafel. Einrichtung und Gebrauch der Reciprokentafel	231
Reciprokentafel	234
Alphabetisches Register	240

Inhalt der Tafeln.

Mit Angabe der Capitel und Artikel, wo die Figuren
im Werke beschrieben sind.

- Taf. I. zeigt: Die ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren (von Graham). Fig. 1, I. Cap. 1. Art. — Fig. 2, I. Cap. 2. Art. — Fig. 3, 4 u. 5, I. Cap. 3. Art.
- II. Die Construction des Ankers (engl. Methode), zu Taschenuhren. Fig. 1 u. 2, II. Cap. 1. Art.
- III. Die Construction des Ankers (schweizer Methode) zu Taschenuhren. Fig. 1 u. 2, II. Cap. 2. Art.
- IV. Die Construction der Gabel und der Scheibe zu der Ankerhemmung. Fig. 1, 2 u. 3, III. Cap. 1. u. 2 Art. — Fig. 4, 5 u. 6, III. Cap. 3. Art.
- V bis IX. Ankerhemmungen zu Taschenuhren. Taf. V, IV. Cap. 1. Art. — Taf. VI, IV. Cap. 2. Art. — Taf. VII, IV. Cap. 3. Art. — Taf. VIII, IV. Cap. 4. Art. — Taf. IX, IV. Cap. 5. Art.
- X. Die geometrischen Aufrisse der Anker zur Uebertragung derselben in's Kleine. V. Cap. 1. Art.
- XI. Verschiedene Werkzeuge zur Anfertigung der Anker und der Gabeln zu der Ankerhemmung; die Reihenfolge der bei Anfertigung der Gabel entstehenden Formen derselben, sowie drei verschiedene Constructionen der Gabel für Anbringung des Sicherheitsmessers, die Gestalt des Cylinderrades bei dessen Anfertigung. Fig. 1 bis 10, V. Cap. 2. Art. — Fig. 11 bis 20, VI. Cap. 2. Art. — Fig. 21, I. Cap. 4. Art. — Fig. 22, V. Cap. 2. Art. — Fig. 23 u. 24, VII. Cap. 2. Art.
- XII. Die Cylinderhemmung. VII. Cap.
- XIII. Die ruhende Doppelradhemmung. VIII. Cap.
- XIV. Entwurf der hauptwirkenden Hebel der freien Hemmungen zu Chronometern. IX. Cap. 1. Art.

- Taf. XV. zeigt: Die freie Federhemmung für Chronometer nach der vom Verfasser verbesserten Construction. X. Cap. 1. Art.
- XVI. Die freie Doppelrad-Federhemmung für Chronometer, vom Verfasser construirt. X. Cap. 2. Art.
- XVII. Die freie Hemmung mit dem Schwengel für Taschenchronometer. X. Cap. 3. Art.
- XVIII. Die freie Hemmung für Taschenuhren (von Robin). XI. Cap. 1. Art.
- XIX. Die freie Hemmung Ancre-basculé. XI. Cap. 2. Art.
- XX. Die freie Hemmung mit stetiger Kraft. XII. Cap.
- XXI. Die freie Hemmung mit stetiger Kraft und Auslösung, neu vom Verfasser construirt, so dass sie für Taschenchronometer anwendbar ist. XIII. Cap.
- XXII. Eine Compensations-Unruhe; die bei Anfertigung einer Compensations-Unruhe zu Anfang herzustellende Form und die zur Bearbeitung derselben dienenden Vorrichtungen; eine cylindrische Spiralfeder; eine flache Spiralfeder (à la Breguet); eine Spiralrolle und ein Spiralklößchen; die beim Schneiden der Hemmungsräder zu Befestigung derselben dienenden Vorrichtungen; die zu schneidenden Hemmungsräder nebst den zum Schneiden derselben erforderlichen Fraisen; die zur Anfertigung der Fraisen dienenden Vorrichtungen und Fraisen, sowie zwei Polirspindel mit concavem und convexem Ende. Fig. 1, 2 u. 3, XV. Cap. 1. Art. — Fig. 4 bis 7, XV. Cap. 2. Art. — Fig. 8 bis 11, XVI. Cap. 3. Art. — Fig. 12 bis 34, XIV. Cap. — Fig. 35 u. 36, X. Cap. 4. Art.
- XXIII. Die zur Bearbeitung der Edelsteine erforderlichen Werkzeuge; drei Steinlöcher; ein Deckstein und drei Einfassungen für Steine. XIX. Cap.
- XXIV. Die in der Uhrmacherkunst anzuwendenden Messinstrumente. Anhang.

Berichtigungen.

Seite 31	Zeile 5	von oben	lies Scheibe	statt Sechibe.
„ 33	„ 1	„ „	„ die	„ diz.
„ 77	„ 17	„ „	„ denselben	„ dieselbe.

Einleitung.

Kein Theil des Uhrenbaues hat den Scharfsinn des denkenden Uhrmachers so sehr in Anspruch genommen, als eben die Hemmung, denn dies ist derjenige Theil der Uhr, wodurch die Schwingungen des Regulators, sei es Pendel oder Unruhe, gezählt und so die Zeiten eingetheilt werden. Die Hemmung ist es, welche durch die Kraft des Räderwerkes dem Regulator den Verlust an Kraft ersetzt, welchen dieser durch die Reibung seiner Zapfen und durch den Widerstand der Luft erleidet. Die Hemmungen sind bis auf den heutigen Tag in sehr verschiedenen Constructionen ausgeführt worden und immer noch lassen sich Verbesserungen daran anbringen, die ihr Entstehen bald angestrengtem Nachdenken und wiederholten Versuchen, bald auch dem Zufalle verdanken.

Man kann die Hemmungen in folgende vier Klassen eintheilen :

- | | | |
|---|---|------------|
| 1) die rückfallenden | } | Hemmungen, |
| 2) die ruhenden | | |
| 3) die freien einfachen | | |
| 4) die freien Hemmungen mit stetiger Kraft. | | |

Die rückfallenden Hemmungen sind die ältesten und werden noch allgemein in dem gewöhnlichen Uhrenbau angewendet, da sie den Vortheil gewähren,

dass sie leicht ausführbar und daher weniger kostspielig sind. Ferner bedürfen sie keines Oeles, was sie zu längerem Gebrauche geeignet macht, ohne eine Reinigung nöthig zu haben, wie solche bei andern Hemmungen, die des Oeles bedürfen, nöthig ist. Die rückfallenden Hemmungen wirken aber sehr nachtheilig auf die Regelmässigkeit der Schwingungen des Regulators, da sie den Einfluss der Veränderung der Triebkraft und der Vermehrung der Reibung des Räderwerkes, die durch etwaiges Dickwerden oder Vertrocknen des Oeles entsteht, nicht ausgleichen.

Die ruhenden Hemmungen dagegen berichtigen diese Ungleichheiten in der Triebkraft und diejenigen, welche durch die Reibungen des Räderwerkes entstehen, was für die Uhren mit ruhender Hemmung eine viel grössere Regelmässigkeit zur Folge hat, als bei denen mit rückfallender Hemmung der Fall sein kann. Allein jene Hemmung bedarf an den Reibungsstellen Oel, was den Nachtheil erzeugt, dass bei etwaiger Neigung des Oeles zum Dickwerden oder Vertrocknen der Gang verzögert wird, die Uhr also eine öftere Reinigung verlangt.

Die freie Hemmung nun hat den grossen Vortheil, dass der Regulator nach dem von der Hemmung erhaltenen Stosse seine Schwingungen ungehindert vollendet und nicht durch den Druck und die Reibung des Hemmungsrades in der freien Bewegung gestört wird, wie solches mehr oder weniger bei den ruhenden Hemmungen vorkommt und unvermeidlich ist. Diese Hemmung wird daher auch mit gutem Erfolge in Uhren angewandt, die zur möglichst genauen Zeitmessung bestimmt sind.

Die freie Hemmung mit stetiger Kraft ist es nun namentlich, die vor allen andern Hemmungen den Vorzug verdient; denn sie bietet ausser dem Vortheile, dass der Regulator die Schwingungen frei vollenden kann, noch denjenigen dar, dass die Stösse, welche der Regulator empfängt, immer von gleichmässiger Kraft sind. Man kann daher bei Anwendung einer solchen Hemmung mit mehr Sicherheit auf die grösste Regelmässigkeit des Ganges der Uhr rechnen, weil die Veränderungen in der Triebkraft, und die der Reibungen, welche durch das Dickwerden des Oeles an den Zapfen des Räderwerkes entstehen, nicht den geringsten Einfluss auf die Gleichheit der Grösse der Schwingungen des Regulators haben. Dass trotz diesen Vorzügen die freie Hemmung mit stetiger Kraft seltener ausgeführt wird, hat seinen Grund wohl darin, dass ihre Anfertigung die grösste Sorgfalt und sehr geschickte und einsichtsvolle Arbeiter verlangt. Ueberhaupt setzt die Fähigkeit, die besseren Hemmungen so auszuführen, dass man mit Sicherheit einen guten Erfolg von ihnen erwarten kann, sowohl theoretische Kenntnisse, als auch praktische Geübtheit voraus, und man kann wohl sagen, dass es der Mehrzahl der Uhrmacher an Gelegenheiten fehlt, hierin sich genügende Kenntnisse zu erwerben.

Der Verfasser dieses Werkes hatte daher den Zweck vor Augen, über diesen wichtigsten Theil des Uhrenbaues die möglichste Klarheit zu verbreiten und durch dasselbe die Mittel anzugeben, durch welche man zur genauen Zeitmessung mittelst Uhren gelangt.

VORCAPITEL.

Von der Behandlung der Metalle.

Jeder Uhrmacher wird die hohe Wichtigkeit, welche für ihn die gründliche Kenntniss der Behandlung der Metalle hat, anerkennen. Da manche Nachtheile aus dem Mangel jener Kenntniss, namentlich derjenigen der Behandlung des Stahles, hervorgehen, so halte ich es für angemessen, die Mittheilungen meiner in diesem Fache gemachten Erfahrungen der Abhandlung über den eigentlichen Lehrgegenstand voranzuschicken.

Erster Artikel.

a. Behandlung des Stahles im Allgemeinen.

Für die aus Stahl anzufertigenden Theile der Uhren oder kleineren Werkzeuge wähle man stets den feinsten englischen Gussstahl. Muss derselbe geschmiedet werden, so achte man besonders darauf, dass er nie wärmer, als kirschroth gemacht werde. Zum Erwärmen verwende man nur Torf- oder Holzkohlen. Nachdem der Stahl zur passenden Form geschmiedet wor-

den ist, verschliesse man denselben dicht in einem aus Eisenblech gefertigten Kasten und erwärme denselben bis zum Rothglühen. Hierauf lasse man den Kasten nebst den ihn umgebenden Kohlen an einem zugfreien Orte langsam abkühlen. Durch dieses Verfahren erhält man den Stahl ausserordentlich weich, ohne dass sich nur im Geringsten Glühspan ansetzt. Sollen Fraisen aus solchem Stahle gemacht werden, so ist es vortheilhaft, denselben zu hämmern, und zwar so stark, dass die Schläge nicht allein auf die Oberfläche Wirkung ausüben, sondern ziemlich tief eindringen. Dann lasse man den Stahl wieder gut blau an, um die durch das Hämmern entstandene Spannung aufzuheben.

Das Stück ist nun fertig und geschickt zur weitem Verarbeitung.

So ausgeglühten und gehämmerten Stahl habe ich auch zu andern Theilen, selbst zu Hemmungsfedern für Chronometer, mit sehr gutem Erfolge verwendet. Dagegen habe ich gefunden, dass bei Bohrern, namentlich bei kleinern, das Breitschlagen des Löffels nachtheilig wirkte. Ein so behandelter Bohrer steht nicht so gut, als ein in Form gefeilter.

Viele Theile zu Uhren, die, wenn sie gemacht sind, nur ihren Platz einzunehmen haben, bedürfen einer besondern Behandlung nicht. Anders ist es dagegen mit einer Feder oder Fraise, deren Güte erst durch den Gebrauch erprobt werden soll.

b. Das Härten des Stahls.

Die zu härtenden Stahltheile reinige man zuvörderst sehr gut durch Abwaschen mit Seifenwasser,

nehme dann feingepulverte Holzkohle und thue hiervon etwas in einen aus Eisenblech gefertigten Kasten, lege die Stahltheile hinein, fülle den Kasten ganz mit Kohlenstaub und verschliesse ihn dicht mit einem Deckel. Jetzt lege man den Kasten in ein aus Holzkohlen bereitetes Feuer, achte jedoch darauf, dass die Erwärmung ebenmässig erfolge und nicht zu heftig werde. Damit die Hitze das Innere gleichmässig durchdringe, suche man den Kasten eine Weile in Rothglühhitze zu erhalten. Nachdem man überzeugt ist, dass alle Theile rothglühend geworden sind, nimmt man den Kasten aus dem Feuer, öffnet ihn schnell, und schüttet die Theile rasch aus in's Wasser. Hat man beim Ausschütten Acht gehabt, dass die Theile während des Ausfallens möglichst wenig von der äussern Luft berührt worden sind, so erhält man sie auch rein und weiss, so wie fast ganz unverzogen aus dem Wasser. Längere Stücke taucht man möglichst senkrecht in's Wasser.

Für Fraisen, welche eine besondere Härte haben müssen, kann man sich folgender Mischung zum Einsetzen bedienen. Man nehme 3 Theile gebranntes, altes Leder und Horn, $\frac{1}{4}$ Theil Harz und $\frac{1}{2}$ Theil Salz, verreise alles gut mit einander und verwende es statt des Kohlenstaubes zum Einsatze in den Blechkasten.

Hierdurch wird eine grössere Härte der Theile bewirkt.

Zum Härten bediene man sich nie ganz weichen Wassers. Auch darf dasselbe, wenn es frisches Quellwasser ist, nicht gar zu kalt sein. Die Theile, welche angelassen werden müssen, kann man vorläufig auf

Messingfeilspähnen, die auf ein Anlassblech ausgebreitet werden, braun anlassen, hierauf schleife man sie mit feingeriebenem Oelsteine oder Schmirgel und Holzweiss, reinige sie gut und lasse sie nun blau an.

Federn lässt man sammt den erwärmten Feilspähnen langsam abkühlen.

Zweiter Artikel.

Von der Behandlung des Messings.

Die erste Nothwendigkeit ist, dass das zu Uhrenteilen zu verarbeitende Messing möglichst hart gehämmert oder gewalzt werde. Das zur Zeit beste Messing ist das englische. Das bayrische Messing ist wohl auch sehr gut, doch nicht ganz so fein und dicht als das englische, weshalb diesem der Vorzug zu geben ist.

Um das Messing ganz hart zu erhalten, muss man dasselbe bis zur Hälfte seiner ursprünglichen Dicke einhämmern. Vor dem Verarbeiten ist nothwendig, die Theile mit ein wenig Talg zu bestreichen und sie einer Hitze über Flammenfeuer so lange auszusetzen, bis sie anfangen zu brennen. Hierauf mag man die Theile nochmals ein wenig hämmern und ebenfalls wieder abbrennen. Durch das Abbrennen wird alle Spannung, welche durch das Hämmern im Messing entstanden ist, wieder aufgehoben.

Geschieht das Hartmachen des Messings durch Walzen, so ist zu bemerken, dass dünne Gegenstände erst eine besondere Härte annehmen, wenn dieselben bis auf $\frac{1}{3}$ ihrer ursprünglichen Stärke eingewalzt sind.

ERSTES CAPITEL.

Die ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren, von Graham.

Taf. I. *)

Die ruhende Ankerhemmung ist eine Erfindung von Graham. Sie hat sich durch ihre Präzision, wie durch die Einfachheit ihrer Construction für Pendeluhren (Regulateure) so sehr bewährt, dass sie wohl jedem Uhrmacher bekannt sein dürfte. Allein oft findet man, dass sie nach ganz falschen Constructionen hergestellt wird, wodurch sie ohne Zweifel ihrem Zwecke weniger entspricht.

Da diese Ankerhemmung zugleich die Grundlage der Ankerhemmungen für Taschenuhren geworden ist, so ist es um so mehr ein Bedürfniss, die richtigen Grundsätze ihrer Construction genau kennen zu lernen. In Nachfolgendem werde ich daher dieselben in möglichst einfacher Form aufstellen.

*) Wenn man findet, dass die Maassverhältnisse der Zeichnungen nicht genau mit denen im Texte angegebenen übereinstimmen, so ist zu berücksichtigen, dass solche Unrichtigkeiten in Folge des Anfeuchtens des Papieres zum Drucke entstehen und unvermeidlich sind. Es ist bekannt, dass das Papier so bald es angefeuchtet wird, sich ausdehnt und beim Trocknen wieder zusammenzieht. Aus diesem Grunde werden alle Maassverhältnisse um ein Geringes kleiner sein, als das wahre Maass. Ferner wird diese Verkleinerung nicht bei allen Zeichnungen in gleichem Verhältnisse statthaben, indem die Papiere bei oben erwähnter Behandlung, sich nicht alle in gleichem Verhältnisse ausdehnen und zusammenziehen.

Erster Artikel.

Anweisung zum Entwurfe der ruhenden Ankerhemmung zu Pendeluhren.

Um diese Hemmung zu entwerfen verfähre man wie folgt:

Zuerst stelle man die Grösse des Rades, sowie die Anzahl der Zähne, die das Rad haben soll, fest, hierauf bestimme man, über wie viel Zähne der Anker fassen soll. Der Anker umfasst bekanntlich nicht bloss eine gewisse Anzahl Zähne, sondern immer einen halben Zwischenraum zweier Zahnsitzen mehr. Taf. I, Fig. 1 zeigt diese Hemmung in mehrfach vergrössertem Maassstabe. Das Rad hat 30 Zähne, der Anker fasst über 11 Zähne und einen halben Zwischenraum. Da nun 30 Zähne oder der ganze Umkreis des Rades $= 360^\circ$ ist, so sind 11 Zähne und ein halber Zwischenraum $= 138^\circ$. Diese 138° sind vom Mittelpunkte des Rades aus mit Hülfe des Transporteurs auszustechen und durch Linien a zu beschreiben.

Um nun den Bewegungsmittelpunkt des Ankers zu finden, ziehe man winkelrecht durch diese Linien a die Linien b , und zwar so, dass sie die Peripherie des Rades berühren. Dort, wo sich diese beiden Tangenten b kreuzen, ist der Bewegungsmittelpunkt M des Ankers gefunden.

Hierauf bestimme man die Stärke der Paletten, welche gleich dem halben Zwischenraume zweier Zahnsitzen anzunehmen ist. Hiervon werden jedoch $\frac{1}{10}$ der angenommenen Stärke für die Zahnsitze und $\frac{2}{10}$ für den Abfall abgerechnet. Die halbe Entfernung

zweier Zahnspitzen von einander ist gleich 6° , rechnen wir also $\frac{3}{10} \times 6^\circ = 1\frac{8}{10}^\circ$ ab, so bleiben Rest $4\frac{2}{10}^\circ$ für die Stärke der Paletten. Diese $4\frac{2}{10}^\circ$ sind vom Mittelpunkte des Rades aus zu gleichen Theilen nach jeder Seite der Linien a , mit Hülfe des Transporteurs auszustecken und durch Punkte auf die Peripherie des Rades zu übertragen. Nun ziehe man vom Mittelpunkte M des Ankers aus durch diese Punkte die Kreisbogen p . Für diese Hemmung ist $\frac{1}{2}^\circ$ Ruhe und 1° Hebung für jede Palette anzunehmen. Der $\frac{1}{2}^\circ$ für die Ruhe ist an der Eingangspalette durch Linie r zu beschreiben. Von dieser aus steche man nun den 1° für die Hebung aus und beschreibe ihn durch Linie g . Dieser 1° Hebung wird ebenfalls an der Ausgangspalette (da, wo der Zahn die Palette verlassen hat) von der Linie b ab ausgestochen und durch Linie g bezeichnet.

Um nun die Treibefläche an der Eingangspalette zu finden, ziehe man eine Linie h von da ab, wo die Ruhelinie r den äussern Kreisbogen p schneidet, bis dahin, wo die Linie g den innern Kreisbogen p kreuzt. Die Treibefläche an der Ausgangspalette zu finden, ziehe man eine Linie h von da ab, wo die Linie g den innern Kreisbogen p kreuzt, bis dahin, wo die Linie b den äussern Kreisbogen p schneidet. Zunächst ist nun die Neigung der Zähne des Rades zu bestimmen, welche Neigung bei dieser Hemmung 10° betragen muss.

Um dieselbe genau zu erhalten, ziehe man eine Linie c von der Spitze eines Zahnes bis zum Mittelpunkte des Rades und steche dann von der Spitze des Zahnes aus von der Linie c ab, jene 10° aus und

bezeichne dieselben durch Linie *d*. Dadurch erhält man die Richtung der vorderen Fläche des Zahnes genau bestimmt.

Zweiter Artikel.

Die verbesserte ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren.

Taf. I, Fig. 2 zeigt diese Hemmung, wie sie zu Regulateuren zweckmässiger zu construiren ist, als nach den im ersten Artikel aufgeführten Verhältnissen.

Die Grösse des Rades, sowie die Anzahl der Zähne sind den in Fig. 1 angegebenen gleich. Der Anker fasst hier jedoch nur über 6 Zähne und einen halben Zwischenraum $= 78^\circ$, welche mit Hülfe des Transporteurs ausgestochen und durch Linien *a* bezeichnet werden. Den im ersten Artikel angegebenen Regeln zufolge ziehe man nun die Linien *b*, wodurch der Bewegungsmittelpunkt *M* des Ankers gefunden wird und somit dem Umfange des Rades bedeutend näher zu stehen kommt, als solches in Fig. 1 stattfindet.

Die Stärke der Paletten ist hier ebenfalls gleich dem halben Raume zwischen zweien Zahnspitzen, folglich zu 6° anzunehmen, wovon jedoch $\frac{1}{10}$ für die Zahnspitze und $\frac{2}{10}$ für den Abfall in Abrechnung zu bringen sind. Es bleiben demnach Rest $4\frac{2}{10}^\circ$ für die Stärke der Paletten, welche eben so in der Zeichnung auszuführen sind, wie im ersten Artikel beschrieben wurde.

Für diese Hemmung ist $\frac{1}{2}^\circ$ Ruhe, durch Linien *r*, und 1° Hebung durch Linien *g* bezeichnet, angenommen, wonach alsdann die Treibeflächen ebenfalls nach

dem im ersten Artikel aufgestellten Verfahren durch Linien h zu bestimmen sind.

Die Construction vorliegender Hemmung ist deshalb zweckmässiger, als die durch Fig. 1 dargestellte, weil bei ihr der Bewegungsmittelpunkt des Ankers dem Rade viel näher zu stehen kommt, in Folge dessen die Arme der Paletten um ein Bedeutendes kürzer werden. Hierdurch wird erzielt, dass eine weit geringere Veränderung der Ruhe und Hebung bei verschiedenen Temperaturen stattfindet. Wenn gleich die Hemmung durchweg vom Pendel abhängig ist, so vermag doch eine wechselnde Temperatur einen wesentlichen Einfluss auf Ruhe und Hebung auszuüben. Dieser Einfluss aber muss bei einer Hemmung, wo der Anker über 11 Zähne greift, mehr als dreifach grösser sein, als bei einer Hemmung, wo der Anker nur über 6 Zähne fasst, aus dem einfachen Grunde, weil die Länge der Arme des Ankers in Fig. 1 sich zu derjenigen in Fig. 2 ungefähr wie 15 zu 4 verhält.

Dritter Artikel.

Die ruhenden Ankerhemmungen zu Pendeluhren in natürlicher Grösse.

Taf. I, Fig. 3, 4 und 5 zeigen ruhende Ankerhemmungen in einer Grösse, wie sie für Regulateure angewendet werden können.

Die Räder haben 30 Zähne und einen Durchmesser von 36 Millimeter.

In Fig. 3 fasst der Anker über 6, in Fig. 4 über 8 und in Fig. 5 über 11 Zähne.

Man sieht hier deutlich, wie die Entfernung des Bewegungsmittelpunktes des Ankers von dem Radumfang mit der Anzahl Zähne, über welche der Anker fasst, steigt.

Die Ruhe ist für alle 3 Hemmungen zu $1\frac{1}{2}^{\circ}$ und die Hebung zu 1° angenommen. Dadurch wird man einen Schwingungsbogen des Pendels von etwa $2-2\frac{1}{2}^{\circ}$ erhalten.

Grössere Schwingungsbogen des Pendels sind für Regulateure, welche für genaue Zeitmessung bestimmt sind, nicht zu empfehlen, da grosse Schwingungsbogen nicht mehr isochronisch, oder von gleicher Dauer sind, was von Mathematikern ausreichend nachgewiesen worden ist.

Vierter Artikel.

Vortheile bei Anfertigung der ruhenden Ankerhemmung zu Pendeluhren und bestimmte Maassangaben für die verschiedenen Theile.

a. Anfertigung des Rades.

Zum Rade nehme man das beste englische Messing von 3 Millimeter Dicke, hämmere es durch leichte Schläge bis zur Hälfte seiner Dicke ein und behandle es weiter nach dem bereits angegebenen Verfahren. Alsdann feile man die eine Seite flach, lacke es an ein Futter der Drehbank*) und drehe die Scheibe zu

*) Das Anlacken der Metallstücke an Futter der Drehbank geschieht folgendermassen:

Wenn das Futter auf die Spindel der Drehbank aufgeschraubt ist, so erwärme man es mittelst einer Spiritusflamme, und zwar bis zu einem solchen Grade, dass es Siegellack oder

einer Stärke von 1,2 Millimeter, drehe das Loch in der Mitte in genauer Grösse ein und eben so die äussere Grösse nach dem für das Rad erforderlichen Verhältnisse. Hierauf befestige man die Scheibe auf der Schneidemaschine zum Einschneiden der Zähne. Ist letzteres geschehen, kann man eine genaue Zeichnung der Schenkel aufreissen und das Rad darnach ausarbeiten, jedoch ist es auch zulässig, vor dem Schneiden der Zähne die Ausschenklung aus dem Gröbsten vorzunehmen.

Die zweckmässigste Befestigung des Rades auf der Achse ist die, dass man es, nachdem es genau

Schellack zu schmelzen vermag. Nachdem man dann die vordere Fläche des Futter hinreichend mit Lack überzogen hat, erwärme man auch den anzulackenden Gegenstand und bringe ihn darauf an das Futter. Während dem man nun die Spiritusflamme noch eine Weile unter beiden Theilen wirken lässt, drücke man den Gegenstand möglichst fest an das Futter und schiebe ihn zugleich so lange ein wenig hin und her, bis sich Metall an Metall reibt, d. h. bis beide Flächen so nahe zusammen kommen, dass sie sich unmittelbar berühren, dann entferne man die Spiritusflamme, setze die Spindel in drehende Bewegung, centre den Gegenstand und lasse das Ganze abkühlen.

Würde man beim Anlacken nicht hinlänglich dafür gesorgt haben, dass beide Theile sich unmittelbar berühren, so würde eine bedeutendere Menge Lack zwischen ihnen bleiben, was zur Folge hätte, dass erstlich der angelackte Gegenstand schief zu liegen käme, und zweitens beim Drehen nicht festhalten würde.

Zum Anlacken solcher Gegenstände, woran stark und sehr viel gedreht werden soll, verwende man Schellack, bei andern Gegenständen ist feines Siegellack vorzuziehen.

Auch achte man darauf, dass das Futter nicht zu stark erwärmt werde, weil dadurch der Lack theilweise verbrennen und so zum Anlacken untauglich würde.

auf den Putzen gepasst ist, mittelst dreier Schrauben fest schraubt.

b. Anfertigung der Ankerfassung.

Zu diesem Theile nehme man ein Stück gut gehämmertes Messing von 4 Millimeter Dicke, so gross, wie es die Zeichnung des Anker bestimmt, feile die eine Seite flach, lacke das Stück an ein Futter der Drehbank und drehe es von gleicher Dicke, dann übertrage man die auf der Zeichnung gemachten Kreisbogen p genau auf die Scheibe und drehe mit einem festen Stichel (Support) einen Falz so breit und so tief hinein, wie er für die Stärke der Paletten erforderlich ist. Man achte jedoch sehr darauf, dass die Paletten ihre Stärke genau nach der Zeichnung erhalten können. Ist dieses geschehen, bohre man ein Loch durch die Mitte, drehe es zur erforderlichen Grösse aus und vollende schliesslich die Form des Ankers ganz nach Massgabe der Zeichnung.

c. Anfertigung der Paletten.

Als Material für die Paletten wähle man den besten englischen Gussstahl von 10—12 Millimeter Breite und 1,5 Millimeter Dicke, biege ihn warm in einen so grossen Ring, als solcher die Kreisbogen p für die Paletten ergeben, löthe dann diesen Ring mit Silber zusammen und lacke ihn mit Schelllack an ein Futter der Drehbank, drehe die richtige Form des Bogens, sowie die Stärke der Paletten und steche schliesslich einen Ring von 3 Millimeter Breite ab, woraus man alsdann für mehrere Anker gleicher Grösse, die Stücke für die Paletten ausschneiden kann.

Um die Treibefläche genau zu bestimmen, mache

man sich zunächst 2 Formen, wie sie auf Taf. XI, Fig. 21, No. 1 und 2 dargestellt sind. *b* ist ein 3 Millimeter tief eingedrehter Falz, wohinein die Palette genau passt. Die Linie *h* bestimmt bei No. 1 die Treibefläche der Eingangspalette, bei No. 2 dieselbe an der Ausgangspalette. Diese Linien sind ganz nach den regelrechten Rissen, wie sie in den Zeichnungen zu entwerfen gelehrt wurden, mit 1^o Hebung auf der Form mit der grössten Vorsicht auszuführen.

Die für die Paletten bestimmten Stücke lege man ein in den Falz *b* bis an den Stift *c*, befestige sie mittelst der Schraube, und feile das eine Ende bis zur Seitenwand der Form, die durch Linie *h* bestimmt wurde, hinweg. Dadurch wird man die Treibefläche ganz richtig erhalten. Schliesslich härte man die Stücke und schleife sie rein.

Jedenfalls ist es von grossem Nutzen, die Paletten mit Steinen, Saphir oder Rubin, zu versehen. Siehe Cap. XIX, wo über die Bearbeitung der Edelsteine abgehandelt wird.

Die Befestigung der Paletten geschieht mit Hülfe von Deckplatten, die mittelst zweier Schrauben aufgeschraubt werden, wie es Fig. 2, 3 und 4 Taf. I zeigen.

d. Das Poliren der Paletten, wenn dieselben nicht mit Steinen versehen werden.

Will man die Paletten ohne Steine gehen lassen, wozu sich Mancher, der eine solche Hemmung zu machen hat, gezwungen sieht, da es ihm an den zur Bearbeitung der Steine nöthigen Einrichtungen fehlt und überhaupt auch noch nur Wenige ursächlich ermangelnder Uebung und Erfahrung in dieser Arbeit

bewandert sind, so polire man die Paletten nach dem Härten an den Stellen, wo sie vom Rade berührt werden, ausserordentlich fein. Um eine schöne Politur herzustellen, verfare man, wie folgt:

Für die Eingangspalette, dort wo das Rad an den äussern Bogen anfällt, drehe man aus einer Composition, ähnlich derjenigen, woraus die Polirfeilen für Stahlpolituren gefertigt werden, einen Ring, dessen innere Grösse genau mit dem äussern Bogen der Palette übereinstimmt, gebe auf den innern Bogen dieses Ringes ein wenig Roth und polire dann durch ein leichtes Anhalten der Palette innerhalb des sich bewegend. Polirringes den äusseren Bogen der Palette. Für die Ausgangspalette, dort wo das Rad an den innern Bogen anfällt, drehe man aus erwähnter Composition einen Cylinder, dessen Durchmesser gleich dem des innern Bogens der Palette ist, gebe auf den Cylinder ein wenig Roth und polire den innern Bogen der Palette damit.

Um die Treibeflächen zu poliren, ist es anzurathen, die Paletten in den Formen, nach denen die Treibeflächen vor dem Härten gefeilt worden sind, solcher Art zu befestigen, dass die Treibeflächen um ein Geringes vorstehen, wo man sie dann mit der Compositionsfeile sehr genau und scharf zu poliren vermag.

e. Maassangabe der Zapfenstärke für die ruhende Ankerhemmung in Pendeluhren.

Für die in oben angegebener Grösse ausgeführte Hemmung empfiehlt es sich, die Zapfenstärke folgendermassen zu bestimmen:

Den vorderen Zapfen des Gangrades, der den Se-

cundenzeiger trägt, gebe man eine Stärke von 0,75 Millimeter, den hinteren Zapfen eine solche von 0,60 Millimeter und den beiden Zapfen des Ankers eine Stärke von 0,60 Millimeter. Von grossem Nutzen ist es, diese 4 Zapfen in olivenförmigen Steinlöchern, ebenso den hinteren Zapfen des Rades, sowie die beiden Zapfen des Ankers gegen Steindecken (contre pivots) gehen zu lassen, wodurch die Reibung sehr bedeutend vermindert wird.

ZWEITES CAPITEL.

Die Construction der Anker zu Taschenuhren.

Erster Artikel.

Anweisung zum Entwurfe des Ankers für ein Rad mit spitzen Zähnen (englische Methode). Taf. II.

Taf. II, Fig. 1 und 2 zeigen Anker in zwei von einander verschiedenen Constructionen. Fig. 1 ist die bisher häufiger angewendete und Fig. 2 die verbesserte Construction. Die Gründe, warum Fig. 2 den Vorzug verdient, sind folgende: Man erhält nämlich bei ihrer Anwendung die Ruhepunkte in einer gleichen Entfernung vom Bewegungsmittelpunkte, wodurch zwei sich gleiche Ruhewinkel gebildet werden, und wodurch auf das Reguliren der Ankerhemmung ein sehr guter Einfluss ausgeübt wird.

Ferner bleibt durch die gleiche Entfernung der Ruhepunkte vom Bewegungsmittelpunkte die zur Auslösung erforderliche Kraft an beiden Armen sich gleich, da die Auslösung durch zwei sich gleiche Hebel bewirkt wird.

In Fig. 1 wird dagegen die Kraft des Gangrades auf beide Arme gleichmässig wirken, weil die

Arme zwei sich gleiche Hebel bilden, wodurch aber die Auslösung des Eingangs-Armes mehr Kraft erfordert als die des Ausgangs-Armes. Ich lasse daher die Beschreibung beider Constructionen des Ankers hier folgen.

Um solche Anker zu entwerfen, stelle man zunächst die Grösse des Rades, sowie die Anzahl der Zähne, die das Rad haben soll, fest. Der Durchmesser ist hier zu 100 Millimeter und die Anzahl der Zähne zu 15 angenommen. Der Anker fasst über 2 Zähne und einen halben Zwischenraum. Da nun der ganze Umkreis $= 360^\circ$ ist, so beträgt der Theil, welcher 2 Zähne und einen halben Zwischenraum umfasst, 60° , die nun vom Mittelpunkte C des Rades aus mit Hülfe des Transporteurs ausgestochen und mit Linien a bezeichnet werden. Hierauf zieht man die Linien b winkelrecht auf die Linien a so, dass sie die Peripherie des Rades berühren. Wo diese Tangenten sich kreuzen, ist der Bewegungs-Mittelpunkt des Ankers gefunden, bezeichnet durch M .

Jetzt bestimme man die Stärke der Arme, welche gleich dem halben Zwischenraume zweier Zahnsitzen angenommen wird $= 12^\circ$. Hiervon aber 3° für die Zahnsitze und den Abfall abgerechnet, bleiben 9° für die Stärke der Arme. Diese 9° steche man nun bei Fig. 1 mit Hülfe des Transporteurs zu gleichen Theilen nach jeder Seite der Linien a aus, übertrage sie mittels kleiner Zeichen auf die Peripherie des Rades und verlängere diese durch Kreisbogen p . Bei Fig. 2 hingegen steche man diese 9° nach rechts von den Linien a aus, wodurch die Ruhepunkte in gleiche Entfernung vom Bewegungsmittelpunkte des Ankers zu stehen kommen.

Nächst dem ist die Ruhe und Hebung zu bestimmen. Die Ruhe beträgt hier $1\frac{1}{2}^{\circ}$, und die Hebung 10° für jeden Arm, demnach die ganze Bewegung des Anker $= 11\frac{1}{2}^{\circ}$. Diese $11\frac{1}{2}^{\circ}$ werden von M , dem Bewegungsmittelpunkte des Ankers aus, nach jeder Seite der Tangenten b zu gleichen Theilen ausgestochen und durch Linien r und g bezeichnet. Von den Linien r steche man sodann für die Ruhe $1\frac{1}{2}^{\circ}$ aus und zeichne die Linien d , in Folge dessen die Treibeflächen h bestimmt sind.

Da es für die Ankerhemmung sehr nöthig ist, dass der Anker vom Rade angezogen werde, so muss man den Armen eine dazu dienliche Lage geben, d. h. die Flächen, wo das Rad anfällt, müssen eine angemessene Neigung haben, damit bei der Auslösung stets eine rückgängige Bewegung des Gangrades sichtbar wird. Um nun diese Neigung zu bestimmen, so dass sie weder die Auslösung zu sehr erschwert, noch den Gang bei heftigen Bewegungen, welchen die Uhr beim Tragen ausgesetzt ist, zum Auslösen geneigt macht, wende man folgende Regel an:

Man ziehe vom Mittelpunkte C des Rades Fig. 1 zwei Linien f so, dass sie die Ruheecken e der Arme berühren und steche von dem Berührungspunkte aus mit Hülfe des Transporteurs 15° am Eingangs-Arme und 12° am Ausgangs-Arme von den Linien f aus und bezeichne diese durch Linien k . Dadurch ist eine ganz zweckmässige Richtung der Ruheflächen der Arme festgestellt und die Form derselben ist dann parallel mit der Linie k auszuführen. Bei Fig. 2 ist diese Neigung der Arme von den Ruheecken e und den Linien a aus ebenfalls durch Linien k zu bezeichnen.

Die Neigung der Zähne muss bei der Ankerhemmung 28° betragen, welche von der Spitze eines Zahnes mittels des Transporteurs ausgestochen und mit Linie *m* bezeichnet werden. Demnach ist die vordere Fläche der Zähne bestimmt.

Zweiter Artikel.

Anweisung zum Entwurfe des Ankers für ein Rad mit geneigten Zähnen (schweizer Methode). Taf. III.

Taf. III, Fig. 1 und 2 zeigen die Constructionen des Ankers wie sie für Räder mit geneigten Zähnen auszuführen sind. Bis auf die Bestimmung der Stärke der Arme ist das Verfahren das nämliche, wie es bei den auf Taf. II, Fig. 1 und 2 dargestellten Constructionen des Ankers beschrieben ist.

Bei vorliegender Construction ist die Hebung nicht allein auf die Arme, sondern auch auf den Zahn gegeben.

Um den Anker genau auszuführen, muss die Stärke der Arme, sowie die Breite des Zahnes zuerst bestimmt werden. Ein sehr passendes Verhältniss dazu ist, dass man für die Breite des Zahnes die Hälfte der Stärke der Arme annimmt. Dies Verhältniss wird folgendermassen gefunden:

Die Entfernung zweier Zahnsitzen von einander ist $= 24^{\circ}$, davon ist der 6. Theil $= 4^{\circ}$ für die Breite des Zahnes anzunehmen, mithin bleiben 20° vom Zwischenraume zweier Zahnsitzen, wovon die Hälfte $= 10^{\circ}$ für die Armstärke angenommen wird. Von dieser angenommenen Stärke zu 10° werden jedoch

2° für den nöthigen Abfall in Abrechnung gebracht, mithin bleiben 8° für die Stärke der Arme.

Diese 8° sind nun mittels des Transporteurs bei Fig. 1 zu gleichen Theilen nach beiden Seiten der Linien a , und bei Fig. 2 nach rechts der Linien a auszusteichen, auf den Radumfang zu übertragen und durch Kreisbogen p zu verlängern. Nächst dem führe man die Neigung (*inclinée*) der Zähne, welche 4° betragen muss, aus. Diese 4° Hebung sollen nämlich am Anker stattfinden und müssen daher auch an ihm entnommen werden, wie folgt:

Vom Bewegungsmittelpunkte M des Ankers aus zeichne man diese 4° durch Linien d . Durch die Kreuzungspunkte der Linien d und a ist vom Mittelpunkt C des Rades aus ein punktirter Kreis i zu ziehen, welcher die vordere Spitze der Zähne begrenzt.

Behufs dieser Hemmung sind $1\frac{1}{2}^\circ$ Ruhe und 6° Hebung für jeden Arm angenommen, vom Bewegungsmittelpunkte M des Ankers aus, durch Linien r und g beschrieben. Die Linien g werden demnach mit 2° Entfernung von den Linien d zu liegen kommen und damit sind zugleich die Treibeflächen durch Linien h bestimmt.

Hiernächst wird die Stellung der Arme ausgeführt, welche die hierzu bestimmte Neigung von 15° am Eingange und von 12° am Ausgange haben müssen, bezeichnet durch Linien k .

Um die Form der Zähne zu bestimmen, denke man sich einen Zahn auf die Treibefläche des Arms in Wirkung stehen, in dessen Folge die hintere Spitze des Zahnes in Fig. 1 an die Linie f , und in Fig. 2 an die Linie a zu stehen kommt, und steche vom Mit-

telpunkte des Rades aus, mittels des Transporteurs die 4^o für die Breite der Zähne aus, welche dann in den Kreis *i* übertragen die vordere Spitze der Zähne angeben, womit von da bis an die Peripherie des Rades die Hebefläche (*inclinée*) gefunden ist. Die Neigung der Zähne muss 28° betragen. Diese sind von der Spitze eines Zahnes durch Linie *m* zu zeichnen, mithin die vordere Fläche der Zähne bestimmend.

DRITTES CAPITEL.

Bestimmung der Grösse der Scheibe, der Länge der Gabel für eine gegebene Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander, und für die dem Gange zu ertheilende Hebung. — Angabe der Regeln für die Sicherheit an der Scheibe und an der kleineren Rolle.

Taf. IV.

Erster Artikel.

Anweisung zum Entwurfe der Gabel und der Scheibe.

Um das richtige Verhältniss dieser beiden Theile zu finden, nehme man zwei Punkte *A* und *B* als Bewegungsmittelpunkte für Anker und Unruhe in einer bestimmten Entfernung von einander an und verbinde dieselben durch eine Linie *C*. Hierauf steche man die $11\frac{1}{2}^{\circ}$ ganze Bewegung des Ankers vom Punkte *A* aus, zu gleichen Theilen nach jeder Seite der Linie *C* aus und bezeichne sie durch die Linien *d*, steche die Hebung, welche ich hier auf 45° für die Ankerhemmung festgestellt habe, vom Punkte *B* aus zu je $22\frac{1}{2}^{\circ}$ nach jeder Seite der Linie *C* aus und bezeichne dieselben durch die Linien *e*. Dort nun, wo diese vier Linien *d* und *e* sich schneiden, ist der Wirkungspunkt des Hebelsteins *i* gefunden, angedeutet durch den

Kreis *f*. Hierauf bestimme man die Breite des Hebelsteins welche gleich $\frac{1}{3}$ der Entfernung zweier Zahnsitzen des Gangrades von einander sein muss. In Ermangelung des Gangrades kann jene Breite auch vom Punkte *B* aus hier zu $15-17^\circ$ angenommen werden. Die Form des Hebelsteins muss so ausgeführt werden, dass der höchste Punkt der Wölbung an den Seiten in den Wirkungskreis *f* fällt, so dass an dieser Stelle die Berührung der Gabel stattfindet. Die ganze Länge der Gabel, d. h. des Hebels wird gefunden, indem man vom Bewegungsmittelpunkte *A* des Ankers aus einen Kreisbogen *g* derart zieht, dass derselbe das Kreuz der Linien *e* und *d* durchschneidet, Dort fangen nun die Hohlungen der Hörner an. Diese Hohlungen müssen einen excentrischen Bogen beschreiben und werden folgendermaassen gebildet:

Fig. 2 zeigt die Stellung der Gabel, wie sie nach rechts ausgewirkt hat. In dieser Lage muss die äussere Spitze des Hornes etwas weiter vom Bewegungsmittelpunkte *B* der Unruhe entfernt sein, als die innere Ecke am Einschnitte, damit der Weg des Hebelsteins *i* nach aussen freier sei, als nach innen. Dies zu erzielen, hat man das Centrum für den Bogen nach *h* auf den Kreisbogen *m* unweit des Mittelpunktes *B* der Unruhe zu versetzen. Von da aus ist der Bogen *l* für das eine Horn auszuführen, für das andere Horn aber der Bogen *l* vom zweiten Punkte *h* aus zu entnehmen.

Fig. 1 zeigt die Gabel auf der Verbindungslinie *C* in Ruhe stehend, und Fig. 3 stellt dar, wie die Gabel nach links ausgewirkt hat.

Zweiter Artikel.

Regeln für die Sicherheit an der Scheibe. Fig. 1, 2 und 3.

Wenn die Scheibe die erforderliche Grösse erhalten hat, so führe man die Hohlung für den Durchgang des Sicherheitsmessers n aus, und zwar in einer Breite von $10—12^{\circ}$. Sodann bestimme man die Länge des Sicherheitsmessers n . Diese ist vom Bewegungsmittelpunkte A des Ankers aus durch Kreisbogen p , wo derselbe die Linien d durchschneidet, angedeutet.

Bei praktischer Anwendung des Sicherheitsmessers muss dasselbe 1° Spielung bis an die Scheibe bekommen.

Dritter Artikel.

Regeln für die Sicherheit an der kleinen Rolle (à la Breguet). Fig. 4, 5 und 6.

Zunächst stelle man die Grösse der kleinen Rolle, welche für diese Sicherheit dienen soll, fest. Solche beträgt hier $\frac{2}{3}$ des Durchmessers des Wirkungskreises f des Hebelsteins i und ist durch den Kreis o angedeutet. Dort nun, wo dieser Kreis o die Linien d schneidet, ist die Länge für das Sicherheitsmesser n durch den Kreisbogen p , vom Bewegungsmittelpunkte A des Ankers aus, gefunden. Dasselbe ist bei praktischer Anwendung mit 1° Spielung bis an die Rolle auszuführen. Die Hohlung in der Rolle für den Durchgang des Sicherheitsmessers n muss hier eine Grösse von $36—38^{\circ}$ bekommen, damit das Sicherheitsmesser frei durchgehen kann. Die Länge der Hörner, welche bei

dieser Sicherheit mehr betragen muss, als bei der Sicherheit an der Scheibe wird folgendermaassen bestimmt (s. Fig. 6). Wenn z. B. die Achse, worauf Scheibe mit Hebelstein und Sicherheitsrolle befestigt sind, soweit herum geführt wird, dass das Sicherheitsmesser n beim Eingange der Hohlung r zu stehen kommt, so muss die Spitze des Hornes wenigstens auf die Mitte des Hebelsteins i fallen, damit die Gabel, wenn dieselbe so geführt wird, als wolle sie zurück gehen, (wie es durch heftige Bewegungen hervorgerufen werden kann), nicht gegen oder selbst hinter den Hebelstein falle. Geschähe dieses, so würde ein Stehenbleiben des Ganges sogleich erfolgen. Wenn jedoch das Horn bis auf die Mitte des Hebelsteins fällt, so kann der Gang diesen Fehler nicht machen.

VIERTES CAPITEL.

Verschiedene Constructionen der Ankerhemmung.
Taf. V—IX.

Erster Artikel.

Die Hemmung mit dem Anker an der Seite und bedeckten Hebelsteinen.

Taf. V, Fig. 1 und 2 zeigen Grundriss und Profil dieser Hemmung mit Zusammenstellung der Gabel und der Scheibe in ihren verhältnissmässigen Grössen. —

Die Reihenfolge der Regeln, um diese Hemmung zu entwerfen, ist für den Anker im zweiten Artikel des zweiten Capitels, nach Fig. 1, Tafel III, und für die Gabel, die Scheibe und die Sicherheit an der Scheibe im ersten und zweiten Artikel des dritten Capitels aufgestellt.

Sicheren Verständnisses halber sind jedoch in der Figur sämtliche Hülfslinien und die dazu gehörigen Bezeichnungen ausgeführt.

Um ein passendes Verhältniss für die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander für jegliche Grösse dieser Hemmung zu erhalten, bestimme man jenes Verhältniss nach dem

Durchmesser des Hemmungsrades. Derselbe ist = 100 Millimeter.

Dieses Verhältniss der Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander = 100 Millimeter bedingt eine Länge für die Gabel von 80,6 Millimeter, durch Kreisbogen g' angedeutet, und einen Durchmesser für den Wirkungskreis f' des Hebelsteins i von 42,2 Millimeter.

Dieses Verhältniss kann jetzt für jede Grösse dieser Art Hemmung als Bestimmung dienen.

Zweiter Artikel.

Die Hemmung mit dem Anker an der Seite und freistehenden Hebelsteinen.

Taf. VI, Fig. 1 und 2 zeigen Grundriss und Profil dieser Hemmung. Dieselbe ist nur in sofern von der auf Tafel V dargestellten Hemmung verschieden, als Gabel und Anker aus einem Theile bestehen, da die Gabel zugleich die Fassung für die Hebelsteine ist.

Die in der Zeichnung ausgeführten Regeln richten sich ganz nach dem im 2. Artikel des II. Capitels und dem im 1. u. 2. Artikel des III. Capitels Aufgeführten.

Die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander ist gleich dem Durchmesser des Hemmungsrades = 100 Millimeter angenommen, folglich wird das Maassverhältniss für die Gabel und die Scheibe gleich dem im ersten Artikel Aufgeführten sein.

Dritter Artikel.

Die Ankerhemmung in gerader Linie No. 1 mit freistehenden Hebelsteinen.

Taf. VII, Fig. 1 und 2 stellen Grundriss und Profil dieser Hemmung, mit Zusammenstellung der Gabel und der Sechibe, sowie der Sicherheit an der kleinen Rolle, erster Grösse dar.

Die Reihenfolge der Regeln, um diese Hemmung zu entwerfen, ist für den Anker im 2. Artikel des II. Capitels, und für die Gabel und die Scheibe im ersten Artikel, sowie für die Sicherheit an der kleinen Rolle und die Bestimmung der Länge der Hörner der Gabel, welche hier beträchtlicher sein muss, im 3. Artikel des III. Capitels, aufgestellt.

Besseren Verständnisses wegen sind in der Zeichnung sämtliche Hülfslinien ausgeführt und bezeichnet. Als maassgebende Bestimmung für die Gabel und die Scheibe, welche hier in erster Grösse dargestellt sind, ist die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander auf das Doppelte der Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und des Hemmungsrades von einander für jegliche Grösse dieser Hemmung angenommen worden. Die Entfernung des Bewegungsmittelpunktes des Ankers von dem des Rades ist $= 57,3$ Millimeter, folglich ist die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander $= 114,6$ Millimeter. Dieselbe bedingt nun eine Länge für die Gabel von $92,4$ Millimeter, durch den Kreisbogen g' angedeutet, und einen Durchmesser für den Wirkungskreis f des Hebelsteins i von $48,4$ Millimeter, folglich für

den Durchmesser der Sicherheitsrolle 32,27 Millimeter als $\frac{2}{3}$ des Wirkungskreises f des Hebelsteins.

Vierter Artikel.

Die Ankerhemmung in gerader Linie No. 2, mit bedeckten Hebelsteinen.

Taf. VIII, Fig. 1 und 2 stellen Grundriss und Profil dieser Hemmung mit Zusammenstellung der Gabel und der Scheibe, sowie der Sicherheit an der kleinen Rolle, zweiter Grösse dar.

Die bei der Zeichnung in Anwendung gekommenen Regeln sind durchweg dem in Art. 2, Cap. II und Art. 1 und 3, Cap. III aufgeführten entnommen.

Als maassgebende Bestimmung für die Gabel und die Scheibe, welche hier in zweiter Grösse dargestellt sind, ist die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander gleich dem Durchmesser des Hemmungsrades = 100 Millimeter, als Verhältniss für jegliche Grösse dieser Hemmung angenommen.

Diese Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander = 100 Millimeter bedingt eine Länge für die Gabel von 80,6 Millimeter, durch Kreisbogen g' angedeutet, und einen Durchmesser für den Wirkungskreis f des Hebelsteins i von 42,2 Millimeter, und für den Durchmesser der Sicherheitsrolle 28,14 Millimeter, als $\frac{2}{3}$ des Durchmessers des Wirkungskreises f des Hebelsteins.

Fünfter Artikel.

Diz Ankerhemmung in gerader Linie No. 3 mit bedeckten Hebelsteinen).*

Taf. IX, Fig. 1 und 2 stellen Grundriss und Profil dieser Hemmung mit Zusammenstellung der Gabel und der Scheibe, wie auch der Sicherheit an der kleinen Rolle, dritter Grösse dar.

Die Regeln, nach denen die Hemmung entworfen ist, sind den Art. 2, Cap. II und Art. 1 und 3 Cap. III entnommen. Diese Hemmung ist mit der Gabel und der Scheibe 3ter Grösse ausgeführt. Als maassgebende Bestimmung für die Gabel und die Scheibe ist für die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander $\frac{5}{6}$ des Durchmessers des Hemmungsrades angenommen.

Der Durchmesser dieses Rades ist = 100 Millimeter, folglich $\frac{5}{6}$ desselben = 83,33 Millimeter. Dadurch wird nun eine Länge für die Gabel von 67,16 Millimeter bedingt, durch Kreisbogen g' angedeutet, ein Durchmesser für den Wirkungskreis des Hebelsteins i von 35,16 Millimeter, und davon $\frac{2}{3}$ = 23,44 Millimeter als Durchmesser für die Sicherheitsrolle.

Anmerkung.

In den oben aufgeführten fünf Ankerhemmungen sind alle für die Ankerhemmung nöthigen Formen enthalten.

Die verschiedenen Höhen der Profile dieser Hemmungen stehen genau im Maassverhältnisse mit den Grössen der Grundrisse und beide können demnach mit Leichtigkeit in jede beliebige Grösse übertragen werden.

*) Für Hebelstein und Hebelarm wird abgekürzt zuweilen auch das Wort „Arm“ gebraucht.

Sechster Artikel.*Wirkung der Ankerhemmung.*

Siehe Fig. 1, 2 und 3, Taf. IX. Sobald der Zahn *m* des Hemmungsrades anfängt, auf die Treibefläche *h* des Hebelarmes *O* zu wirken, wird die Seite *s* des Einschnitts der Gabel an den Hebelstein *i* getrieben und so lange einen Druck auf denselben ausüben, bis der Zahn den Hebelarm verlassen hat, in dessen Folge die Unruhe nach der Richtung des Pfeiles Fig. 3 in Bewegung versetzt wird. Der Zahn *v* wird alsdann auf den Arm *Z* in Ruhe fallen und den Anker anziehen, so dass das Sicherheitsmesser *n*, welches 1^o Spielung bis an die Sicherheitsrolle haben muss; nicht mit dieser in Berührung kommen kann. —

Wenn sich nun die Unruhe zurückbewegt, wird der Hebelstein *i* wieder auf die Seite *s* des Einschnittes der Gabel anfallen und diese zurück heben, bis die Auslösung des Zahnes *v* erfolgt ist.

Sobald aber dieser Zahn auf die Treibefläche *h* des Armes *Z* zu wirken beginnt, wird gleichzeitig die Seite *t* des Einschnittes der Gabel an den Hebelstein *i* fallen und so lange einen Druck auf denselben ausüben, bis der Zahn den Arm verlassen hat, wovon die Folge ist, dass der Zahn *u* auf den Arm *O* in Ruhe tritt, den Anker nach dieser Seite anzieht und die Unruhe in der Richtung des Pfeiles Fig. 4 in Schwingung gesetzt wird.

FÜNFTES CAPITEL.

Die Uebertragung des Ankers aus einer in vielfach vergrössertem Maassstabe entworfenen Zeichnung in's Kleine, nach den vom Verfasser erfundenen Methoden.

Erster Artikel.

Anweisung zum Entwurfe der für die Uebertragung des Ankers in's Kleine erforderlichen Zeichnung und über die aus einer solchen Zeichnung zu entnehmenden Mittel zur Ausführung des Ankers.

Taf. X giebt in Fig. 1, 2, 3 und 4 die geometrischen Aufrisse der Anker, wie solche behufs der verschiedenen Constructionen auszuführen sind.

Fig. 1 und 2 dienen für Räder mit spitzen, Fig. 3 und 4 für Räder mit geneigten Zähnen. Für die zu entwerfende Zeichnung wähle man, um die Berechnung zu erleichtern, als Maass für den Durchmesser des Rades eine runde Zahl. Der Durchmesser der Räder sei in vorliegendem Falle = 100 Millimeter. Sind die Grössen der Räder durch Kreise angedeutet, ziehe man nach den im II. Cap. angegebenen Regeln

die Linien a und die Tangenten b . Von dem Punkte a , wohin der Bewegungsmittelpunkt M des Ankers fällt, ziehe man eine Linie C bis zum Mittelpunkte N des Rades, ferner winkelrecht auf die Linie C eine Linie d und zwar so, dass dieselbe den Bewegungsmittelpunkt M des Ankers durchschneidet. Alsdann construire man den gegebenen Regeln zufolge die Arme und verlängere die Linien k , welche die Ruheflächen und Anziehung des Ankers von der Linie d ab bezeichnen. Hierdurch entstehen bei jedem Anker zwei Winkel, deren Scheitelpunkte dorthin fallen, wo die Linien k die Linie d schneiden. Von diesen Punkten aus werden die Kreisbogen F und H gezogen.

Ebenfalls bilden die Linien s und g , Fig. 1 und 2, und die Linien b und g , Fig. 3 und 4, bei jedem Anker zwei Winkel, deren Scheitelpunkte in M , den Bewegungsmittelpunkt des Ankers, fallen, von wo aus Kreisbogen L und O gezogen werden. Diese 4 Winkel nach Verhältniss ihrer Grösse mit 1, 2, 3 und 4 bezeichnet, sind mit einem Transporteur genau zu messen, um zu ermitteln, wie viel Grade jeder Winkel enthält.

Die Winkel werden folgende Grade enthalten:

In Fig. 1 ist $\angle$ No. 1 = 129°

„ „ „ 2 = 109°

„ „ „ 3 = $71\frac{1}{2}^{\circ}$

„ „ „ 4 = $52\frac{1}{2}^{\circ}$

In Fig. 2 ist $\angle$ No. 1 = 129°

„ „ „ 2 = 109°

„ „ „ 3 = $75\frac{1}{2}^{\circ}$

„ „ „ 4 = 48°

In Fig. 3 ist $\angle$ No. 1 = $120\frac{1}{2}^{\circ}$

„ „ „ 2 = $108\frac{1}{2}^{\circ}$

„ „ „ 3 = $71\frac{1}{2}^{\circ}$

„ „ „ 4 = 52°

In Fig. 4 ist $\angle$ No. 1 = $120\frac{1}{2}^{\circ}$

„ „ „ 2 = $108\frac{1}{2}^{\circ}$

„ „ „ 3 = $75\frac{1}{2}^{\circ}$

„ „ „ 4 = $47\frac{1}{2}^{\circ}$.

Demnächst sind die Durchmesser der Kreisbogen, durch welche die Stärke der Hebelarme bestimmt wurde, genau zu messen.

Diese Kreisbogen, hier mit v , w und z bezeichnet, werden folgende Maasse haben.

In Fig. 1 ist der Durchm. des Kreisb. $v = 49,3$ Millim.

„ „ „ $w = 65$ „
In Fig. 2 „ „ $v = 57,4$ „

„ „ „ $w = 42$ „

„ „ „ $z = 73$ „

In Fig. 3 „ „ $v = 64,4$ „

„ „ „ $w = 50,5$ „

In Fig. 4 „ „ $v = 57,5$ „

„ „ „ $w = 43,5$ „

„ „ „ $z = 71,6$ „

Für jede nun gewählte Construction des Ankers müssen die dafür bestimmten 4 Winkel vorrätig sein. Zu allen 4 Constructionen sind 10 Winkel erforderlich, welche auf Taf. XI in Fig. 1 — 10 gezeichnet sind. Dieselben müssen genau nach angegebener Grösse und Form ausgeführt werden.

Die Winkel Fig. 1 — 4 bedürfen eines hochstehenden Rohres a , wo hinein eine Centrirs Spitze b genau passt.

Bei Verfertigung dieser Winkel ist sehr genau darauf zu achten, dass die Linie d , welche den Bewegungsmittelpunkt durchschneidet, genau winkelrecht auf die Linie C zu stehen komme. Von der Linie C ab sind dann in No. 1 Fig. 1 die beiden Linien s , jede mit $64\frac{1}{2}^{\circ}$, zusammen 129° , und in No. 2, Fig. 2, die Linien g , jede mit $54\frac{1}{2}^{\circ}$, zusammen 109° , auszuführen.

In No. 1, Fig. 3 sind die Linien b , jede mit $60\frac{1}{4}^{\circ}$ von der Linie C ab, zusammen $120\frac{1}{2}^{\circ}$, und in No. 2, Fig. 4 sind die Linien g , jede mit $54\frac{1}{4}^{\circ}$ von der Linie C ab, zusammen $108\frac{1}{2}^{\circ}$ auszuführen.

Die Winkel No. 3 und 4, Fig. 5—10 sind nur in einfacher Form zu verfertigen, wobei jedoch die Linien k und d nach den bestimmten Graden genau ausgetragen werden müssen.

Ueber die Anwendung der hier entnommenen Winkel und Grössen der Kreisbogen wird der nächste Artikel nähere Erläuterung geben.

Zweiter Artikel.

Anfertigung des Ankers unter Beihülfe der im ersten Artikel gefundenen Mittel.

Bei Verfertigung des Ankers muss zunächst die Grösse des Rades, für welches der Anker gemacht werden soll, bestimmt sein.

Angenommen, es solle für ein Rad mit spitzen Zähnen von 8 Millimeter Durchmesser ein Anker gefertigt werden, ähnlicher Construction, wie sie

Fig. 2, Taf. II zeigt, so verfähre man auf folgende Weise:

Zuvörderst ermittle man, wie gross jeder Kreisbogen, durch welche die Stärke der Hebelarme bestimmt wird, für die zu 8 Millimeter angenommene Grösse des Rades sein muss.

Da nun bei 100 Millimeter Durchmesser des Rades, der Durchmesser der Kreisbogen $v = 57,4$, $w = 42$ und $z = 73$ Millimeter ist, so ist derselbe bei 8 Millimeter Durchmesser des Rades für Kreisbogen $v = 4,592$, für $w = 3,36$ und für $z = 5,84$ Millimeter.

Diese Grössen der Kreisbogen müssen sehr genau übertragen werden. Zu dem Ende ist es zweckmässig, 3 Scheiben aus Stahl dieses Durchmessers zu drehen und jede mit einem kleinen Loche in der Mitte zu versehen. Nach diesen Scheiben ist es dann sehr leicht, den Zirkel genau richtig zu stellen.

Sodann arbeite man ein Stück Stahl in erforderlicher Stärke für den Anker vor, d. h. man feile das Stück an beiden Seiten flach und schleife es, bis die Feilstriche nicht mehr sichtbar sind. Hierauf bohre man zuerst das Loch für den Bewegungsmittelpunkt und reibe es, um es zu reinigen, ein wenig auf. Alsdann ziehe man quer über das Stück und die Mitte des Loches mit einem scharfen spitzen Körner eine Linie, (die Linie d bezeichnend), lege darauf den Winkel No. 1, Fig. 1 von 129° mit der Centrirs Spitze auf, richte ihn so, dass die Linien d mit einander übereinstimmen und reisse die beiden Linien s mit dem Körner leicht auf.

Gleicherweise lege man den Winkel No. 2, Fig. 2 von 109° auf und ziehe die Linien g . Nachdem dies

geschehen ist, reisse man mit einem Zirkel, der mit einer scharfen Spitze versehen sein muss, die Kreisbogen auf, welche durch die drei Scheiben bestimmt werden. Auf den Stellen, wo die Linien *s* die Kreisbogen *v* und die Linien *g* die Kreisbogen *w* und *z* kreuzen, mache man kleine Punkte, welche, durch eine Linie mit einander verbunden, die Treibefläche der Arme bestimmen.

Hierauf lege man den Winkel No. 3, Fig. 5, von $75\frac{1}{2}^{\circ}$, so auf, dass die Linien *d* mit einander übereinstimmen und die Linie *k* auf den Punkt im Kreisbogen *v* zu liegen kommt, wonach sodann die Linie *k*, welche die äussere Ruhefläche bestimmt, zu zeichnen ist.

Endlich ist nun noch der Winkel No. 4, Fig. 9 von 48° so aufzulegen, dass die Linien *d* mit einander übereinstimmen und die Linie *k* auf den Punkt im Kreisbogen *v* zu liegen kommt, wonach man dann die Linie *k*, welche die innere Ruhefläche bestimmt, aufzureissen hat. Die in den Kreisbogen *w* und *z* gemachten Punkte bestimmen demnach sammt den andern beiden Punkten in den Kreisbogen *v* die Länge der Treibeflächen der Arme und hierdurch zugleich auch die Stärke derselben, die von den genannten Punkten aus parallel mit den Linien *k* auszuführen sind.

Nachdem auf vorbeschriebene Weise sämtliche Linien aufgerissen sind, wird die Form des Ankers auf dem Stahlstück deutlich hervortreten und darnach ausgefeilt werden können.

Um zu prüfen, ob der Anker, nachdem er ausgefeilt worden ist, auch die richtige Ruhe und Hebung

habe, setze man eine Gradscheibe, siehe Fig. 22, Taf. XI, auf die eine Spitze des Eingriffszirkels, den Anker aber auf eine Welle, woran ein Zeiger befestigt ist, und bringe dann den Anker mit dem Rade im Eingriffszirkel zusammen, so dass der Zeiger auf die Grade zeigt. Wenn nun der Gang geführt wird, so ergiebt sich durch dieses Verfahren sofort, ob Ruhe und Hebung genau zusammen stimmen. Sollte eine kleine Abweichung stattfinden, so ist es leicht ein wenig nachzuhelfen.

Ist für ein Rad mit geneigten Zähnen ein Anker zu machen, so beachte man die Neigung (*inclinée*) und messe nach, ob selbige auch die 4° , welche für die Länge derselben bestimmt sind, wirklich enthalte. Um hierfür das Maas zu bekommen, verfare man auf folgende Art:

Wenn der Durchmesser des Rades = 100 Millimeter ist, so ist der Umkreis = $360^{\circ} = 314,16$ Millimeter, wonach also 4° am Umfange des Rades = 3,49 Millimeter sind, welches Maas jedoch in Folge der Neigungslage bis auf 3,80 Millimeter steigt und folglich darnach auch übertragen werden muss. Da nun bei einem Rade von 100 Millimeter Durchmesser die Länge der Neigung 3,80 Millimeter beträgt, so wird dieselbe für ein Rad von 8 Millimeter Durchmesser 0,304 Millimeter betragen müssen. Wenn demnach dieses Verhältniss bei gefertigten Rädern nicht genau stimmt, ist es leicht, bei Anfertigung des Ankers die Arme je nach Bedürfniss ein wenig stärker oder schwächer zu machen. —

Nach beschriebener Methode den Anker mit gröss-

ter Bestimmtheit und Genauigkeit zu fertigen, dürfte nun keinen denkenden Arbeiter schwer fallen.

Da es bei der Anfertigung der Anker in Masse bei einer grössern Fabrikation allerdings beschwerlich sein würde, jeden einzelnen Anker auf angegebene Weise herzustellen, so kann man grosse Erleichterung und Beschleunigung der Arbeit herbeiführen dadurch, dass man für jede Grösse der zu fertigenden Anker ein Modell anfertigt und dasselbe härtet. Das Modell dient dann beim Ausfeilen der Anker stets als Schablone (Lehre).

Nachdem der Anker ausgearbeitet und mit dem Rade zusammen im Eingriffzirkel geprüft worden ist, ob Ruhe und Hebung in Ordnung sind, schneidet man mit einer 0,3 Millimeter starken Fraise die Schnitte für die Steine, befreit dieselben von Grath, härtet den Anker und lässt ihn blau an.

Endlich passt man die Steine hinein. Siehe Cap. XIX, wo über die Bearbeitung der Edelsteine abgehandelt wird. Bei Ankern, wo die Hebelsteine nicht bedeckt werden sollen, ist das Verfahren wie folgt:

Nachdem sämtliche Linien auf das Stück Stahl, woraus der Anker gefertigt werden soll, aufgerissen worden sind, feile man die durch die Punkte bestimmten Treibeflächen. Alsdann befestige man das Stück auf die Schneidemaschine und schneide mit einer genau so starken Fraise, wie es die Hebelsteine bedingen, in der Richtung der angegebenen Linien die Schnitte für dieselben ein, sei hierbei jedoch besonders behutsam, die Schnitte nicht zu verfehlen.

Eine gute Beihülfe kann hier die Anwendung der Gradeintheilung 360 sein. Nämlich wenn der Schnitt

für den einen Hebelstein gemacht ist, so versetze man die Theilung um $57\frac{1}{2}^{\circ}$, stelle darauf die Fraise soviel nach der Seite hinüber, dass sie mit den Linien für den Hebelstein genau übereinstimmt, und mache dann den Einschnitt für den zweiten Hebelstein.

Hierdurch ist die Lage oder Richtung der Hebelsteine genau bestimmt, welches gleichfalls aus den geometrischen Aufrissen der Anker Taf. X zu entnehmen ist, nämlich wenn die Linien k so viel verlängert werden, bis sie sich schneiden, so wird der Winkel, den sie mit einander bilden, $57\frac{1}{2}^{\circ}$ betragen.

Bedarf man mehrere Anker einer und derselben Grösse, so ist es vortheilhaft, das Futter der Maschine so einzurichten, dass das Stück, wohinein die Schnitte gemacht werden sollen, eine sichere Lage bekommt, damit es sich nicht im geringsten zu drehen vermag, worauf es mittels der Decke festzuschrauben ist.

Sind nun die zu schneidenden Stücke zu gleicher Form gefeilt, so vermag man sie auch alle, wenn die Fraise richtig gestellt ist, eins nach dem andern zu schneiden, ohne eine Veränderung der Stellung vorzunehmen. Wenn die Schnitte gemacht sind, passt man die Steine hinein, führt die Treibeflächen genau nach denjenigen aus, die am Stücke gefeilt wurden. Siehe Cap. XIX. Nachdem dies berichtigt worden ist, werden die Flächen am Stücke, wodurch die Treibeflächen bestimmt wurden, so weit zurück gefeilt, als die Hebelsteine freistehen sollen.

Schliesslich wird die übrige Form des Ankers vollendet.

SECHSTES CAPITEL.

Die Uebertragung der Länge der Gabel, der Grösse der Scheibe, der kleineren Sicherheitsrolle und des Hebelsteins in's Kleine aus einer in vielfach vergrössertem Maassstabe entworfenen Zeichnung. — Die Wahl der Metalle zu Gabeln. — Die Anfertigung der Gabeln, der Scheibe und der Sicherheitsrolle. — Die Anfertigung der Achsen oder Wellen für Unruhe und Anker. — Die konischen Zapfen. — Die Vorbereitung der Stähle zum Rouliren der konischen Zapfen. — Das Rouliren und Poliren der Zapfen. — Das Verhältniss der Stärke der Zapfen zur Grösse der Uhr für Anker-, Cylinder- und Duplex-Hemmungen. — Die Luft der Zapfen in den Löchern nach Verhältniss ihrer Stärke und der Form der Löcher, in denen sie sich bewegen sollen; nach des Verfassers Erfahrungen.

Erster Artikel.

Uebertragung der Länge der Gabel, der Grösse der Scheibe und der kleineren Sicherheitsrolle in's Kleine, sowie Uebertragung der Stärke des Hebelsteins in bestimmtes Maass.

- a. Uebertragung der Länge der Gabel, der Grösse der Scheibe und der kleineren Sicherheitsrolle in's Kleine.

Von den schon angegebenen Verhältnissen der Länge der Gabel, der Grösse der Scheibe für eine

gegebene Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander, wie solche auf Taf. V — IX dargestellt worden sind, will ich ein Beispiel aufführen, wonach dann die Uebertragung für jede beliebige Grösse leicht auszuführen ist.

Angenommen, die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe von einander sei gleich dem Durchmesser des Hemmungsrades, was als mittlere Entfernung gewählt werden kann, und das Rad habe einen Durchmesser = 8 Millimeter, so ergibt sich das Verhältniss auf folgende Weise:

100 Millimeter Entfernung der Bewegungsmittelpunkte von einander bedingen für die Gabel eine Länge = 80,6 Millimeter und für den Wirkungskreis des Hebelsteins in der Scheibe einen Durchmesser = 42,2 Millimeter. Folglich bedingen 8 Millimeter Entfernung der Bewegungsmittelpunkte von einander für die Gabel eine Länge von 6,448 Millimeter und für den Durchmesser des Wirkungskreises des Hebelsteins in der Scheibe 3,376 Millimeter.

Hat nun die Sicherheit an der kleinen Rolle stattzufinden, so ergibt sich für diese Rolle ein Durchmesser von $\frac{2}{3} \times 3,376$ Millimeter = 2,251 Millimeter. Die Länge für die Hörner an der Gabel, sowie die äussere Grösse der Scheibe ist den oben aufgestellten Maassen noch beizufügen. Dieses ist ebenfalls aus der Zeichnung zu entnehmen und nach dem aufgeführten Verhältnisse zu berechnen, wie wohl hierfür eine kleine Uebung in der praktischen Ausführung auch genügend ist.

b. Uebertragung der Stärke des Hebelsteins
in bestimmtes Maass.

Wenn die Stärke des Hebelsteins $= \frac{1}{3}$ der Entfernung zweier Zahnsitzen des Rades von einander angenommen wird, so ist es hier erforderlich zu wissen, wie viel diese Entfernung im Maass beträgt. Ist z. B. der Durchmesser des Rades $= 8$ Millimeter, so wird der Umkreis desselben $= 25,13$ Millimeter sein. Das Rad hat 15 Zähne, mithin ist die Entfernung zweier Zahnsitzen von einander $= 1,67$ Millimeter, wovon $\frac{1}{3} \times 1,67$ Millimeter $= 0,55$ Millimeter für die Stärke des Hebelsteins bestimmt ist. Die zweckmässigste Form für diesen Hebelstein ist das Dreieck, wie solches die Zeichnungen darstellen. Die Vortheile bei der praktischen Ausführung werden später in dem Capitel XIX über die Bearbeitung der Edelsteine aufgeführt werden.

Zweiter Artikel.

Wahl der Metalle zu Gabeln. — Anfertigung der Gabeln und die dazu dienenden Hilfsmittel.

a. Wahl der Metalle zu Gabeln.

Da es für diesen Theil der Hemmung nicht ganz gleichgültig ist, welches Metall dazu verwendet wird, so will ich zunächst verschiedene Metalle aufführen, die für solche den Vorzug verdienen.

Grösstentheils werden die Gabeln zur Zeit aus Stahl verfertigt, doch ist dieses Metall aus folgenden Gründen weniger dazu passend:

Die Gabel ist ein Theil der Hemmung, der ab-

wechselnd einer geringen Reibung ausgesetzt ist. Nun haben angestellte Versuche ergeben, dass wenn Stahl längere Zeit einer trocknen Reibung unterworfen wird, sich ein feines Roth an den Reibungsstellen bildet, welches auf die freie Bewegung der Unruhe und somit auf die Regelmässigkeit des Ganges sehr nachtheilig einwirkt. Um Ansammlung dieses Rothes zu hindern, ist es nöthig, an jene Reibungsstellen Oel zu geben. Dadurch wird freilich der erste Fehler beseitigt, aber zugleich ein zweiter hervorgerufen. Denn giebt man den betreffenden Stellen Oel, so werden sie Sammelplätze für kleine Fäserchen und Staubkörnchen, gegen deren zeitweiliges Eindringen die Uhr nicht dicht genug verschlossen werden kann, und es entsteht bald ein Schmutz, welcher der freien Bewegung des Ganges mehr oder weniger hinderlich ist. Diesen beiden Uebeln zu begegnen, wähle man als Material zur Gabel ein anderes Metall, z. B. ganz hart gehämmertes Messing, Neusilber oder am besten Gold. Es ist nicht nöthig, zu diesem Zwecke vom feinsten Golde zu wählen, da schon 12kar. Gold hierzu mit Vortheil zu verwenden ist. Die eben genannten Metalle bedürfen da, wo die Reibung des Hebelsteins stattfindet, keines Oels und erhalten sich aus dieser Ursache um so sicherer frei von Schmutz, woraus ein wichtiger Vortheil für Erhaltung längerer Regelmässigkeit im Gange entspringt. Denn gerade die genannte Reibungsstelle beim Gange der Uhr ist die empfindlichste.

b. Anfertigung der Gabeln und die dazu dienenden Hülfsmittel.

Mit der Arbeit beginnend, drehe oder feile man

das Stück, woraus die Gabel gemacht werden soll, an beiden Seiten flach und zu einer solchen Dicke, als es für das Sicherheitsmesser erforderlich ist. Dann bohre man das Loch für den Bewegungsmittelpunkt ein, von wo aus man die zu bestimmende Länge anzuzeichnen hat. Demnächst mache man in gerader Richtung nach dem Bewegungsmittelpunkte den Einschnitt für den Hebelstein, schneide ihn, um ihn recht genau herzustellen, auf der Schneidemaschine mittels einer genau hierfür passenden Fraise ein, gleicher Weise führe man auch mit einer andern Fraise, welche mit 12—14 Querschnitten versehen sein und eine Form besitzen muss, wie Fig. 11, Taf. XI zeigt, den Schnitt für die Hörner aus. Endlich feile man die Hörner von oben so viel nieder, als die Höhe des Sicherheitsmessers betragen muss, und feile letzteres in einer Form aus, die gestattet, dass das Sicherheitsmesser genau über die Mitte des Einschnittes steht, und 1° Spielung bis an den Umfang der Scheibe bekomme. Hierauf vollende man die übrige Form der Gabel.

Bei Anfertigung der mit dem Sicherheitsmesser für die Sicherheit an der kleinen Rolle bestimmten Gabeln kann man mehrere Arbeitsmethoden anwenden. Will man Sicherheitsmesser und Gabel aus einem Stücke herstellen, so wende man folgende Methode an:

Nachdem die bestimmte Länge angezeichnet worden ist, muss die Stange oder das hintere Ende *a*, Fig. 12, Taf. XI, abgesetzt werden, damit der vordere Theil *b*, welcher für die Hörner und den Einschnitt bestimmt ist, frei zu stehen kommt. Das vordere Ende *b* muss so lang bleiben, dass die Hörner auch am Fusse noch Stärke genug bekommen.

Alsdann wird mit einer aus 2 Platten bestehenden Fraise Fig. 13, die eine länglich runde Form oben über und in der Mitte einen freien Durchgang hat, der Schnitt für die Hörner gemacht. Der Durchgang in der Fraise dient dazu, dass beim Schneiden das Sicherheitsmesser *n*, wie Fig. 14 zeigt, stehen bleibt. Ist Vorstehendes geschehen, so schneide man mit einer Fraise, welche obenüber flach ist, den Querschnitt *c*, Fig. 15, wodurch ein entsprechender Raum zwischen Hörnern und Sicherheitsmesser entsteht. Dann fraise man an den Seiten des Sicherheitsmessers die Hohlungen *d*, Fig. 16 mit einer cylindrischen Fraise Fig. 17, wodurch die an den Seiten stehenden Hörner beseitigt werden und gleichzeitig eine recht gefällige Form für das Sicherheitsmesser hervorgeht; nun schneide man mit einer Fraise, welche obenüber flach ist und genau die Stärke des Hebelsteins hat, von oben grade über die Mitte des Sicherheitsmessers, in der Richtung nach dem Bewegungsmittelpunkte der Gabel den Schnitt für den Durchgang des Hebelsteins.

Durch dieses Verfahren werden die Hörner getrennt und die Gabel ist bis auf die äussere Form fertig. Siehe Fig. 18.

Nach Anleitung einer zweiten, mit etwas weniger Mühe verbundenen Methode kann man das Sicherheitsmesser von unten an der Gabel anschrauben, wie Fig. 19 zeigt.

Nach einer dritten, noch einfacheren Methode kann man unten an der Gabel einen kleinen viereckigen Pflock *a*, siehe Fig. 20, stehen lassen und in ihn hinein über die Mitte des Einschnittes in der Richtung nach dem Bewegungsmittelpunkte der Gabel ein Loch

bohren und darin einen Stift *b* befestigen, der das Sicherheitsmesser vertritt. (In allen Fällen muss das Sicherheitsmesser 1^o Spielung bis an die Rolle erhalten.)

Nach Vollendung der äussern Form der Gabel sind deren sämtliche Ecken zu verbrechen.

Der Durchgang für den Hebelstein muss der Länge nach ein wenig abgerundet und fein polirt werden. Auf ähnliche Weise handle man die Spitze des Sicherheitsmessers.

Ingleichen ist zu bemerken, dass nach Zusammenstellung der Gabel mit dem Anker dieses genau in's Gleichgewicht gebracht werden muss, worauf man bei Verfertigung der Gabel schon hinarbeiten kann. Es ist von grösster Nothwendigkeit, dass man die Herstellung des Gleichgewichtes nicht verabsäume; denn wenn hier etwas vernachlässigt wäre, würde die Uhr in verschiedenen Lagen mehr oder weniger geneigt sein, Fehler zu machen, da die Anziehung, welche das Rad auf den Anker ausübt, sehr oft einer ungleich schweren Gabel nicht genug zu widerstehen vermag.

Anmerkung.

Fig. 11—20, Taf. XI, sind in mehrfach vergrössertem Maassstabe gezeichnet.

Dritter Artikel.

*Anfertigung der Scheibe und der Sicherheitsrolle, nebst
Erklärung der dazu nöthigen Einrichtungen.*

a. Anfertigung der Scheibe.

Man nehme guten englischen Gussstahl, drehe daraus Scheiben in einer der Hemmung entsprechen-

den Grösse, reisse mit einem Stangenzirkel aus der Mitte den Wirkungskreis des Hebelsteins auf der Scheibe an, und bohre dann ein Loch nach Maassgabe der Hebelsteinform in oder an den Kreis durch die Scheibe, so dass der höchste Wölbungspunkt der Hebelsteinseiten in den angezeichneten Kreis fällt.

Für Hebelsteine von flach dreikantiger und von flach ovaler Form ist es nothwendig, dass Loch mit einem Dorne ähnlicher Form aufzutreiben. Ist der Hebelstein ein rechtschenkliges Dreieck, so ist ein rundes Loch, vorausgesetzt die Scheibe ist ziemlich stark, zur Befestigung ausreichend.

Soll die Sicherheit durch die Scheibe hergestellt werden, so drehe man die Peripherie derselben oben über rund oder schräge zu, damit bei der Bewegung der Hemmung, im Falle dass das Sicherheitsmesser (welches 1^o Spielung bis an die Peripherie haben muss) dieselbe berühren sollte, was durch einen Stoss oder durch irgend eine heftige Bewegung geschehen könnte, eine möglichst geringe Reibung stattfinde und nicht durch einen solchen Zufall der Gang in Stillstand gerathe.

Nach dem Abdrehen feile man die Hohlung für den Durchgang des Sicherheitsmessers über der Mitte des Hebelsteins mit einer Rundfeile ein und zwar so gross, dass die Breite 12^o in der Peripherie betrage, und um zu sehen, ob die 12^o wirklich vorhanden seien, kann man sehr leicht mit Hülfe der Gradscheibe im Eingriffzirkel untersuchen. Die gedachte Hohlung muss so tief sein, dass eine Berührung des Sicherheitsmessers unten in der Hohlung unter keinen Umständen stattfinden kann.

Nun härte man die Scheibe und lasse sie blau an, schleife sie und polire sie nach folgender Methode:

b. Das Poliren der Scheibe.

Die Peripherie der Scheibe kann man sehr schnell und schön auf einem Eingriffzirkel folgendermassen poliren:

Man verfertige sich aus einer Composition, ähnlich derjenigen, woraus die Polirfeilen für Stahlpolituren gefertigt werden, eine Scheibe, die man auf eine kleine Spindel wie eine Fraise mittels einer Mutter aufschraubt. Diese Spindel muss ziemlich kürzer, als die Länge des Raumes zwischen den Spitzen des Eingriffzirkels beträgt und mit einer Rolle oder mit einem Schnurlauf versehen sein.

In die Peripherie der Scheibe drehe man eine Hohlung ein, feile sie mit einer Rundfeile nach, damit die Drehstriche beseitigt werden, und führe die Rundfeile nachhelfend mit leicht drehender Bewegung bei ebenfalls sich langsam drehender Scheibenbewegung in der Hohlung herum der Art, dass der Feilstrich nicht mehr der Länge nach, sondern quer über geht.

Nachdem man die Scheibe auf einem Drehstifte befestigt hat, bringe man dieselbe mit der eben erwähnten Polirscheibe so in den Eingriffzirkel, dass die Peripherie der Scheibe gerade vor die Hohlung der Polirscheibe zu stehen komme, setze dann durch zwei Drehbögen beide Theile so in Bewegung, dass sie in einer und derselben Richtung umlaufen.

Es begreift sich, dass, wenn die Scheiben gegeneinander geführt werden, eine Reibung zwischen dieselben einander entgegengesetzt stattfinden wird.

Nun gebe man ein wenig Roth in die Hohlung der Polirscheibe und führe beide Theile zusammen, dass sie einander berühren; werden sie nun in Bewegung gesetzt, so wird man schnell eine schöne Politur erhalten. Wenn man beim Zusammenstellen beider Scheiben Acht hat, dass sie sich nur ganz leicht berühren, so wird die Stahlscheibe zugleich ausgezeichnet rund werden. Sollten in der Politur noch Streifen sichtbar sein, so kann man dem dadurch abhelfen, dass man die Hohlung der Scheibe reinigt und mit einer Rundfeile wieder etwas rauh macht, damit die etwa noch vorhandenen Striche völlig beseitigt werden und nun mit ein wenig feinem Rothe das Poliren fortsetzt.

Die Hohlung für den Durchgang des Sicherheitsmessers wird auf ähnliche Art, wie die vorbeschriebene, mit Hülfe eines passenden Polirstiftes, den man mit einem Drehbogen führt, während die Scheibe gegengeführt still steht, auspolirt.

Sehr zu rathen ist, die arbeitenden Theile, während man polirt, mit Hülfe der Spitzen des Eingriffzirkels ein wenig hin und her zu bewegen.

Nun sind noch die Seitenflächen zu poliren. Dies geschieht mit der Compositionsfeile oder mit Glas. Man nehme aber zu diesem Behufe besonders gutes Roth und handhabe damit vorzugsweise sauber, widrigenfalls man keine gute Politur erhalten wird. Die Handgriffe und Vorthelle beim Poliren solcher Flächen kann man eigentlich Niemandem so klar und deutlich machen, dass er die Arbeit ohne Weiteres tüchtig auszuführen verstünde. Es erheischt der Uebung eines denkenden Arbeiters. Es sind besonders beim Poliren die Züge als auch die Anwendung des Druckes

bei verschiedenen Sorten Roth ebenfalls verschieden. Es stelle daher ein jeder selbst Versuche damit an.

Nach Vollendung der Scheibe ist der Hebelstein mittels Schelllack darin zu befestigen.

c. Anfertigung der Sicherheitsrolle.

Die Rolle wird aus gutem Stahle zu bestimmter Grösse gedreht, die Hohlung für den Durchgang des Sicherheitsmessers mit einer Rundfeile eingefeilt und zwar so gross, dass sie $36-38^{\circ}$ in der Breite beträgt, auch gibt man ihr gleich die erforderliche Tiefe, härtet die Rolle und lässt sie blau an. Das Poliren geschieht auf gleiche Weise wie bei der Scheibe, im Eingriffzirkel, aber mit einer obenüber flachen Scheibe aus Composition.

Die Hohlung wird ebenfalls mit einem passenden Polirstifte auspolirt. Um die Kanten der Rolle zu poliren, fertige man aus Composition einen kleinen Trichter, mache die Wand desselben mit einer Rundfeile etwas rauh und gebe Roth daran, setze alsdann die Rolle auf den Drehstift und halte den Trichter gegen an, während man einige Züge mit dem Drehbogen macht. Lange darf das Poliren auf diese Weise nicht fortgesetzt werden, die Kanten könnten sonst sehr leicht ungleich stark verbrochen werden, weil die Rolle nach der Seite, wo die Hohlung ist, keine Führung hat. Man thut daher wohl, beim Abdrehen der Rolle die Kanten gleichzeitig ein wenig zu verbrechen.

Vierter Artikel.

Anfertigung der Achsen oder Wellen für Unruhe und Anker.

a. Anfertigung der Achse für die Unruhe.

Man nehme vom besten polirten Rundstahl, drehe daraus die ungefähre Form der Achse, lasse sie jedoch ziemlich viel stärker, als sie wirklich werden soll, roulire Körner daran, härte und lasse sie blau an, drehe den Ansatz für die Unruhe, passe denselben genau nach dem Loche und untersteche für die Vernietung. Hierauf drehe man das obere Ende, worauf die Spiralrolle befestigt werden soll, in passender Stärke und ein wenig konisch, in gleicher Weise das untere Ende, worauf die Scheibe, und wenn die Sicherheit an der kleinen Rolle stattfinden soll, auch diese Rolle befestigt wird mit Ansätzen, nach der zu bestimmenden Höhe und passe beide Theile so auf, dass die Stellen immer noch polirt werden können, wobei zu berücksichtigen ist, dass sie für die Befestigung der Scheibe und der Rolle nicht zu schwach werden. Das Poliren selbst kann mit einer obenüber flachen, doch etwas konischen Scheibe aus Composition mit ein wenig Roth nach der schon beschriebenen Methode im Eingriffzirkel geschehen.

Beim Poliren solcher Theile ist es rathsam, die Scheibe vermöge der Eingriffzirkelspitzen, welche sehr leicht gehen müssen, auch etwas hin und her zu bewegen, wodurch man eine ausgezeichnete Politur erzielt. Die untere schräge Kante des Ansatzes, der die

Unruhe trägt, ist ebenfalls mit einer dazu passenden konischen Compositions-Scheibe zu poliren. Man hat nun der Achse die bestimmte Länge zu geben, wobei sehr darauf zu achten ist, dass die anzuroulirenden Körner äusserst genau werden. Nachdem dies geschehen, sind die schrägen Eindreihungen zur Verhinderung des Oelauffliessens zu machen und mit einer scharf und schräge gedrehten Compositions-Scheibe auf dem Eingriffzirkel zu poliren, endlich die konischen Zapfen mit einem etwas abgerundeten Stichel anzudrehen, und nach der weiter unten beschriebenen Methode zu rouliren.

b. Anfertigung der Achse für den Anker.

Als Material für diese Achse wähle man ebenfalls den besten polirten Rundstahl und drehe daraus die Achse zu annähernd richtiger Form.

In der Regel wird die Achse so gestaltet, dass man mit ihr Anker und Gabel zusammenzuschrauben vermag. Zudem ist es aber nothwendig, dass man vor dem Härten auf das Ende bis nahe an den Ansatz ein recht feines Schraubengewinde aufschneidet, sodann die Körner anroulirt, sie härtet und blau anlässt, schliesslich den Ansatz flach, die Welle bis zum Ansätze genau rund dreht, und den Anker aufpasst.

Das Gewinde wird nun in die Gabel eingeschnitten und diese mit dem Anker zusammengeschraubt, die Welle von der Gabel an vom Gewinde rein gedreht und polirt.

Nachdem vollende man den untern Theil der Achse und gebe derselben die bestimmte Länge, mache nach der schon angegebenen Methode die schrägen Ein-

drehungen zur Verhinderung des Oelauffliessens, polire dieselben und drehe schliesslich die konischen Zapfen an.

Fünfter Artikel.

Die konischen Zapfen und die zu ihrer Anfertigung erforderlichen Hilfsmittel.

a. Allgemeines über konische Zapfen.

Die konischen Zapfen, welche bei Anwendung für Hemmungen den gewöhnlichen cylindrischen Zapfen vorzuziehen sind, hat man freilich schon lange in Anwendung gebracht, doch in nur wenigen Fällen anderweitig, als bei Chronometern. Aus diesem Grunde sind sie der Mehrzahl der Uhrmacher nicht hinlänglich bekannt und nur wenige sind mit der Anfertigung derselben vertraut.

Die erwähnten Zapfen gewähren den Vortheil, dass sie sehr dünn gemacht werden können und trotzdem nicht leicht zerbrechlich sind. Durch ihre minder starke Form ist bei ihnen zugleich die Reibung um ein Bedeutendes geringer. Von diesem Zapfen muss immer ein grösserer Theil, als die Länge des Steinloches, in welchem derselbe spielen soll, ganz cylindrisch sein. Von da ab kann man dann eine beliebige, freilich nicht zu flache Hohlung bis an die Kante der Welle auslaufen lassen.

b. Vorbereitung der Stähle zum Rouliren und Poliren der konischen Zapfen.

Um konische Zapfen mit Vortheil zu fertigen, müssen 3 Zapfenstähle auf folgende Weise dazu vorbereitet werden: Die Kanten der Stähle, womit roulirt werden soll, sind vorläufig auf einem Schleifsteine etwas zu verbrechen, nachdem gebe man denselben eine passende Rundung, wie solche für die Hohlung an konischen Zapfen geeignet ist und bezeichne die Stähle mit No. 1, 2 und 3. Zu No. 1 kann man alte Zapfenfeilen mit Vortheil verwenden. Dann ist es nothwendig, sich die zum Schärfen der Stähle erforderlichen Kupfer- und Bleiplatten zu verschaffen. Die Länge genannter Metallplatten muss circa 160, deren Breite 45—50 Millimeter betragen. Die Kupferplatte bedarf einer Stärke von wenigstens 1 Millimeter und die Bleiplatte einer Stärke von 8—10 Millimeter. Ferner müssen die Platten eine geringe runde Biegung besitzen und rein abgeschliffen sein. In dieser Form sind sie auf einem Brette zu befestigen. Die Kupferplatte bedarf jedoch einer festen und gebogenen Unterlage. Nachdem Alles so vorbereitet ist, streiche man recht scharfen Schmirgel mit Wasser auf die Kupferplatte und schleife zunächst den Stahl No. 1 in regelmässigen Zügen, sowohl Flächen als Rundung. Wendet man sehr guten Schmirgel an, so wird man eine Schärfe beinahe gleich einer Zapfenfeile erhalten. Weiter nehme man eine etwas feinere Sorte Schmirgel, streiche ihn mit Wasser auf die Bleiplatte und schleife ganz ebenso, wie vorher bemerkt, den Stahl No. 2. Endlich, wenn der Schmirgel schon etwas verrießen ist, schleife man auch den Stahl No. 3 damit.

Auf Blei erhält man einen feineren Schliff, als auf Kupfer, wenn auch auf beiden Metallplatten ein und dieselbe Sorte Schmirgel gebraucht wird. Die Stähle müssen, nachdem sie geschliffen worden sind, höchst sorgfältig gereinigt werden, damit nicht etwa Schmirgel in die Rouirlagen mit übertragen! werde, wodurch diese beschädigt würden.

c. Das Rouliren und Poliren der konischen Zapfen.

Das Rouliren der konischen Zapfen geschieht in den! gewöhnlichen Rouirlagen. Nachdem der Zapfen in der für ihn bestimmten Form angedreht worden ist, lege man ihn bis zum beabsichtigten Anfang der konischen Gestalt in die Rouirlage hinein und roulire mit dem Stahle No. 1 den Zapfen so dünn, dass noch $1\frac{1}{2}$ —2 Grad nach dem Zapfenmaasse behufs des Polirens übrig bleiben. Alsdann polire man denselben mit dem Stahle No. 2 in den folgenden Lagen und mache mit dem Stahle No. 3 die letzten Züge.

Zu Anfang muss man beim Rouliren und Poliren jener konischen Zapfen immer einen geringen Druck nach der Hohlung richten, damit diese rein auspolirt werde. Ist dies geschehen, so wird der am Ausgange der Hohlung entstandene Grath mit einem scharfen Stichel vorsichtig weggedreht, das Ende des Zapfens rundirt, Unruhzapfen aber das Ende flach polirt; endlich wird der Zapfen nochmals mit ein paar Zügen in der Rouirlage polirt.

Sechster Artikel.

Das Verhältniss der Stärke der Zapfen zur Grösse der Uhr für Anker-, Cylinder- und Duplexhemmungen. — Die Luft der Zapfen in den Löchern nach Verhältniss ihrer Stärke und der Form der Löcher, in denen sie sich bewegen sollen.

a. Das Verhältniss der Stärke der Zapfen zur Grösse der Uhr.

Um bei Anfertigung der Hemmungen über die Zapfenstärke einige Bestimmung zu haben, wende man folgende Verhältnisse derselben zur Grösse der Uhr an:

Für eine Uhr von 16 Linien = 36,1 Millimeter Durchmesser wähle man die Zapfenstärke

					Millimeter
für Unruhe	6 $\frac{1}{2}$	Grad	nach dem Zapfenmaasse	=	0,085
„ Anker	8	„	„	„	= 0,10
„ Rad	8	„	„	„	= 0,10

Für eine Uhr von 17 Linien = 38,3 Millimeter Durchmesser

					Millimeter
für Unruhe	7	Grad	nach dem Zapfenmaasse	=	0,9
„ Anker	8 $\frac{1}{2}$	„	„	„	= 0,105
„ Rad	8 $\frac{1}{2}$	„	„	„	= 0,105

Für eine Uhr von 18 Linien = 40,6 Millimeter Durchmesser

					Millimeter
für Unruhe	8	Grad	nach dem Zapfenmaasse	=	0,10
„ Anker	9 $\frac{1}{2}$	„	„	„	= 0,12
„ Rad	9 $\frac{1}{2}$	„	„	„	= 0,12

Für eine Uhr von 19 Linien = 42,9 Millimeter Durchmesser

					Millimeter
für Unruhe	8 $\frac{1}{2}$	Grad	nach dem Zapfenmaasse	=	0,105
„ Anker	10	„	„	„	= 0,125
„ Rad	10	„	„	„	= 0,125

Für eine Uhr von 20 Linien = 45,1 Millimeter
Durchmesser

für Unruhe	9	Grad	nach dem Zapfenmaasse	=	0,115	Millimeter
„ Anker	10 ¹ / ₂	„	„	„	=	0,13
„ Rad	10 ¹ / ₂	„	„	„	=	0,13

Für eine Uhr von 21 Linien = 47,4 Millimeter
Durchmesser

für Unruhe	9 ¹ / ₂	Grad	nach dem Zapfenmaasse	=	0,12	Millimeter
„ Anker	11	„	„	„	=	0,135
„ Rad	11	„	„	„	=	0,135

Anmerkung.

Die gegebenen Verhältnisse der Stärke der Zapfen zur Grösse der Uhr sind für die mittlere Höhe der Uhren angenommen.

b. Die Luft der Zapfen in den Löchern nach Verhältniss ihrer Stärke und der Form der Löcher in denen sie sich bewegen sollen.

Es ist von grosser Wichtigkeit, dass man den Zapfen die Luft oder Spielung in den Löchern, worin sie sich bewegen sollen, strenge nach Verhältniss ihrer Stärke, sowie auch nach Verhältniss der Form der Löcher ertheilt. Ein dicker Zapfen muss mehr Luft haben als ein dünner Zapfen. Ebenso muss ein Zapfen der sich in einem cylindrisch geformten Loche bewegt, mehr Spielung in demselben haben, als der gleiche Zapfen wenn er in einem olivenförmigen Loche geht, weil er in einem cylindrischen Loche eine weit grössere Reibung erfährt dadurch, dass die Seitenwand des Loches sich mit einer grösseren Fläche an ihn anschliesst, als solches bei einem olivenförmigen Loche der Fall sein kann. Diese Reibung wird bei einem

cylindrischen Loche um so stärker sein, je weniger Spielraum der Zapfen in demselben hat, da die Seitenwand eines solchen Loches sich je nach Verhältniss der Grösse des Durchmessers des Loches zum Durchmesser des Zapfens mehr oder weniger an den Zapfen anschliesst.

Ein von mir stets mit gutem Erfolge angewandtes Verhältniss für die den Zapfen in den Löchern zu gebende Luft ist folgendes:

Für ein olivenförmiges Loch gebe man den Zapfen von 6 bis 7 Grad Stärke nach dem Zapfenmaasse $\frac{3}{4}$ bis 1 Grad Luft,
 von 8 bis 9 Grad „ „ „ „ 1 bis $1\frac{1}{4}$ Grad Luft,
 von 10 bis 11 Grad „ „ „ „ $1\frac{1}{2}$ bis 2 Grad Luft,

Für ein cylindrisches Loch gebe man den Zapfen von 6 bis 7 Grad Stärke nach dem Zapfenmaasse 1 bis $1\frac{1}{4}$ Grad Luft,
 von 8 bis 9 Grad „ „ „ „ $1\frac{1}{2}$ bis $1\frac{3}{4}$ Grad Luft,
 von 10 bis 11 Grad „ „ „ „ 2 bis $2\frac{1}{2}$ Grad Luft.

SIEBENTES CAPITEL.

Die Cylinderhemmung. Taf. XII.

Obgleich die Cylinderhemmung eine sehr ausge-
dehnte Aufnahme gefunden hat, so gibt es doch noch
Uhrmacher genug, die mit den Grundsätzen der Con-
struction derselben ziemlich unbekannt sind, und
noch sehr wenige die fähig wären, eine Cylinder-
hemmung selbständig anzufertigen. Grund davon
ist wohl, dass man sich die einzelnen Theile der
Hemmung zu einem sehr billigen Preise verschaffen
kann. Dessenungeachtet halte ich es für Bedürfniss,
dass der Uhrmacher Theorie und Methoden der An-
fertigung in Rede stehender Hemmung genau kennen
lerne; dann nur wird es ihm möglich werden, sie mit
Sicherheit und ohne grosse Mühe zu behandeln. Aller-
dings ist in manchen in letzterer Zeit über Uhrenbau
geschriebenen Werken wenig Brauchbares über diesen
Gegenstand mitgetheilt worden; auch muss zugestan-
den werden, dass es für den dem Herde der Uhren-
fabrikation nahe wohnenden Uhrmacher bei Weitem
nicht so sehr Bedürfniss ist, diese Hemmung neu con-
struiren zu können, als für den an entfernten Orten

etablirten, dem es die Verhältnisse nicht immer gestatten, vorkommenden Falls sich die verschiedenen Theile zu verschreiben. Diesem Letzteren wird mithin die Kenntniss der Construction, sowie eine Anleitung zur Anfertigung der verschiedenen Theile dieser Hemmung sehr zu statten kommen.

Erster Artikel.

Anweisung zum Entwurfe der Cylinderhemmung.

Taf. XII, Fig. 1 und 2 stellen diese Hemmung in Grundriss und Profil dar. Man sieht in Fig. 1 in *a*, *b*, *c*, *d*, *e*, *f*, *g* und *h* die verschiedenen Stellungen des Cylinders, wie die Hebung anfängt und endet und wie weit der Cylinder bei 270° Schwingungsbogen der Unruhe herum geführt wird. Die Hebung ist für diese Hemmung auf 40° anzunehmen. Um diese zu erzielen, muss die Neigung (*inclinée*) der Zähne des Rades 18° betragen und der Cylinder so gesetzt werden, dass die Mitte vom Zahne (der Neigung) in das Centrum des Cylinders trifft.

Um die Länge und die Neigung der Zähne zu bestimmen, ziehe man zwei Linien *N* und *O* vom Mittelpunkte des Rades aus, mit 11° Entfernung von einander, wodurch die Länge des Zahnes bestimmt wird. Alsdann ist von der Linie *N*, wo dieselbe die Peripherie *v* des Rades schneidet, eine Linie *K* so zu ziehen, dass dieselbe das durch Linie *O* in der Peripherie entstandene Kreuz schneidet. Ist dies geschehen, so werden von der Linie *K* 18° ausgestochen und

mit Linie *M* bezeichnet. So bestimmt sich die Neigung des Zahnes, die nun durch den Kreis *w* auf alle Zähne übertragen wird.

Eine zweckmässige Form der Neigung ist die im Bogen ausgeführte, wie Fig. 5 darstellt. Um diese festzustellen, verfähre man auf folgende Weise:

Wenn der Mittelpunkt *E* des Rades festgestellt ist, deute man die Peripherie durch den Kreisbogen *v* an, steche die 11° für die Länge des Zahnes aus und bezeichne sie durch Linie *N* und *O*; dann ziehe man durch die in Folge der beiden Linien *N* und *O* in der Peripherie *v* entstandenen Kreuze eine Linie *K* und trage von da ab die 18° Neigung durch Linie *M* aus. Winkelrecht auf die Linie *M*, von der vorderen Spitze des Zahnes aus ziehe man nun eine Linie *g*, von dessen hinteren Spitze eine Linie *h*. Zwischen diesen Linien ist nun von der Mitte der Neigung der Punkt *F* in gleicher Entfernung wie Punkt *E* als Centrum des Bogens *r* für die Neigung anzunehmen.

Da es sehr oft vorkommt, dass die Rundung der Neigung des Zahnes so ausgeführt wird, dass dieselbe einen Bogen beschreibt, wie Fig. 6 zeigt, so ist hier zu bemerken, dass diese Form der Neigung als unzweckmässig bezeichnet werden muss, weil sie bedeutend mehr Hebung auf die erste Hälfte des Zahnes, als auf die zweite vertheilt, wodurch die Reibung im Anfange der Hebung jedenfalls vermehrt wird. Dieser Form ist eine geradlinige Neigungsform vorzuziehen.

Fig. 3 zeigt die Construction des wirkenden Theiles des Cylinders, der im Bogen 200° betragen muss, mithin 20° über die Hälfte, welche mit Linie *a* zu

180° angedeutet ist. Von diesen 20° werden an jeder Seite der Linie a 10° ausgestochen, durch Linie b bezeichnet, und die Endpunkte des entstehenden Bogens = 200° durch eine Linie c mit einander verbunden. Auf solche Weise findet man den Durchmesser des wirkenden Theiles des Cylinders. Er beträgt hier 58 Millimeter und der ganze Durchmesser ist = 100 Millimeter. Dieses Verhältniss 100:58 ist für jede dem Cylinder zu gebende Grösse anwendbar. Die Form der Arme ist am Eingange D und am Ausgange E nach Maassgabe der Zeichnung auszuführen.

Fig. 4 zeigt den Cylinder ohne Putzen und Zapfen von vorne gesehen und Fig. 2 in Seitenansicht. c stellt den obern und d den untern Pfropfen mit Zapfen dar. Der Weg b für den Boden des Rades muss so ausgeführt werden, dass die Bogenhälfte des wirkenden Theiles a (also 100°) stehen bleibt.

Zweiter Artikel.

Vortheile bei Anfertigung der Cylinderhemmung.

a. Anfertigung des Rades.

Zum Rade wähle man vom feinsten englischen Gussstahl in Stangen, glühe denselben aus und drehe daraus der Grösse und Höhe des Rades entsprechende Scheiben. Taf. XI, Fig. 23 zeigt in vergrössertem Maassstabe eine solche ausgedrehte Scheibe. Für ein grosses Rad lasse man den Boden 0,2 Millimeter und für ein kleines 0,15 Millimeter stark. Man befestige diese Ausdrehung mittels 4 kleiner Schrauben auf dem

Futter der Colonnenschneidemaschine und schneide die Colonnen mit einer cylindrischen Fraise in der erforderlichen Grösse und Tiefe ein, wie Fig. 24 in vergrössestem Maassstabe zeigt. Darauf schneide man mit einer dünnen Fraise die Querschnitte *a* und *b*, jedoch nicht ganz hindurch. So erhält man die Zähne in ihrer ungefähren Länge. Die Einschnitte *b* können zugleich so ausgeführt werden, dass der Rücken des Zahnes in der Richtung über den 6. Zahn zeigt. Alsdann werden die schrägen Flächen *d* vorläufig angefeilt, in Folge dessen die ungefähre Neigung der Zähne sich ergibt; hierauf wird ein Zirkelschlag den Colonnen so nahe gemacht, dass eine angemessene Breite des Randes bleibt. Endlich werden die Schenkel (das Kreuz) ausgefeilt. Um während dem Feilen den Zirkelschlag genauer sehen zu können, muss der Boden häufig in- und auswendig von Grath rein geschliffen werden. Wenn die Schenkel fertig sind, werden die Querschnitte *a* und *b* etwas tiefer gefeilt, sodann die Zwischenstücke ausgebrochen und die hintern Schrägen mit der Feile abgeglichen. Schliesslich berichtige man die Neigungen auf der Abschrägemaschine, kürze die Zähne ab, spitze sie von innen schräge zu und runde die äussersten Spitzen fein ab.

Um die Neigung der Zähne so auszuführen, dass sie die dafür bestimmten 18° auch wirklich enthalten, nehme man bei einem Rade von 15 Zähnen die Richtung dieser Zähne von der hintern Spitze eines Zahnes ab über die vordere Spitze des darauf folgenden Zahnes gehend an. Nun werden alle scharfen Ecken von Grath befreit und dann das Rad gehärtet, was auf folgende Weise geschehe:

Man bediene sich einer kleinen Kapsel aus Messing, einem Federhause ähnlich geformt, jedoch ohne Deckel und mit einem Stiel zum Anfassen versehen, lege das Rad hinein, stelle die Kapsel auf glühende Kohlen, und lasse sie darauf so lange stehen, bis das Rad rothglühend geworden ist. In diesem Zustande werfe man es schnell in Wasser, welches nicht so sehr kalt ist, oder in Oel, nehme es dann heraus und reinige es gut.

Nun muss eine kleine Scheibe aus blauhartem Stahle gefertigt werden, die genau, jedoch ohne sich zu klemmen, in das Rad hinein passt und ganz flach sein muss. Diese Scheibe legt man mit dem Rade auf eine Anlasszange (das Rad nach oben) und lässt beides über einer Spiritusflamme so warm werden, dass die Scheibe blau wird, dann wird das Rad gelb sein. Nun kehre man Letzteres um und spanne es zwischen Zange und Scheibe recht fest in den Schraubstock ein, wonach es, abgekühlt, ganz flach sein wird, hätte es sich auch beim Härten verzogen. Hierauf wird der Boden unten rein geschliffen, dann das Rad auf einen Messingstift gesetzt, den man so lange in die Flamme hält, bis der innere Theil des Rades blau geworden ist. Alsdann werden die Schenkel und Colonnen geschliffen, letztere zuerst mit einer Steinfraise, etwas feingeriebenem Oelstein und ein wenig Roth, schliesslich mit Holz und Roth. Ist dies geschehen, so schleift man den Boden mit einer für das Rad passenden Scheibe aus Eisen mit Oelstein rein, schleift und polirt auch die Zähne von oben, wobei zu gleicher Zeit auf eine passende Dicke Rücksicht zu nehmen ist. Darauf folgt das Abschleifen der Neigungen zu-

nächst mit einer Steinfeile und dann das Poliren derselben mittels einer Compositionsfeile und ein wenig Roth. Nach diesem wird der Boden des Rades mit etwas Oelstein auf Hollundermark weiss geschliffen (wobei jedoch nur wenige Male umgedreht werden muss); dann werden sämtliche Kanten mit einem Polirstahle ein wenig abgezogen und die oberen Flächen der Zähne gegen eine Polirscheibe (Lapidaire) von Composition mit ein wenig feinem Rothe fertig polirt. Zuletzt setzt man das Rad in den Drehstuhl und lässt die Zähne mit einem dünnen plattgeschlagenen Kupferdraht und feinem Rothe ablaufen, wodurch sämtliche noch an den Zähnen befindlichen scharfen Ecken beseitigt werden.

b. Anfertigung des Cylinders.

Für Cylinder wähle man vom feinsten englischen viereckigen Stahl, untersuche denselben im Bruch, ob er auch recht gesund ist. Wird er für gut befunden, so glühe man ihn aus und lasse ihn langsam abkühlen, feile darauf das Stück achteckig und annähernd rund, centrirt es auf dem Drehstuhle und bohre ein Loch reichlich so tief hinein, als der Cylinder lang werden soll, und zwar von etwas kleinerem Durchmesser, als der Zahn des Rades lang ist. Alsdann schneide man das Stück zu erforderlicher Länge ab, reibe das Loch von beiden Enden mit einer ziemlich cylindrischen Reibale so weit auf, dass ein Zahn des Rades ein wenig Spielung darin hat, nehme das Rohr, befestige es auf einen sehr genau dazu passenden Drehstift und drehe es so dünn, dass es zwischen zwei Zähnen des Rades auch ein wenig Spielung hat. So

weit vorgeschritten, drehe man einen genau in das Rohr passenden Messingstift, befestige ersteres darauf und feile mittels einer Durchstreichfeile für den wirkenden Theil des Cylinders so weit herunter, als es das herzustellende Verhältniss $100:58$ erheischt. Setzen wir z. B., der ganze Durchmesser des Cylinders betrage 1 Millimeter, so rechne man $100:58 = 1:x = 0,58$ Millimeter, als Durchmesser für den wirkenden Theil des Cylinders, mithin sind 0,42 Millimeter wegzufeilen ($= 160^\circ$ im Bogen). Demgemäss feile man mit einer dünnen Durchstreichfeile für den Weg oder den Durchpass des Bodens des Rades, von dem was stehen geblieben ist, die Hälfte herunter und zwar so breit, falls es die ganze Höhe des Cylinders erlaubt, dass der Boden des Rades in der Höhe dreimal Platz findet. Die gleiche Arbeit kann man auch sehr gut ausführen, wenn man sich zuvor zwei dazu passende Fraisen mit recht feinem Hieb anfertigt und ferner zwei Metallplatten dazu einrichtet, die zusammengeschaubt werden können und zwischen denen der Cylinder in eine für denselben passende Hohlung gelegt und festgespannt wird. Eine solche Hohlung erhält man am besten, wenn man die Platten zusammengeschaubt von einem Ende zum andern durchbohrt, so dass das Loch zu gleichen Theilen in beide Platten kommt, und dann dasselbe für die Grösse des Cylinders aufreibt. Dort nun, wo der Cylinder eingelegt werden soll, muss in die Platten ein Querschnitt gemacht werden, der zwar etwas breiter ist, als die Stelle beträgt, die am Cylinder durchstrichen werden soll, und so tief, dass der Cylinder, wenn er eingelegt wird, an besagter Stelle beinahe ganz frei zu lie-

gen kommt. Ist der Querschnitt gemacht, so lege man den Cylinder hinein, schraube die Platten zusammen und bringe die kleine Vorrichtung in den Eingriffzirkel zwischen zwei seiner Spitzen, so dass der Cylinder parallel zu denselben zu liegen kommt; zwischen die beiden andern Spitzen des Eingriffzirkels setze man die stärkere der Fraisen und bringe, indem man Beides gegeneinander führt, den erforderlichen Schnitt für den wirkenden Theil am Cylinder an. Auf ähnliche Weise ist dann mit der andern Fraise für den Durchgang einzuschneiden. Letzteres Verfahren ist namentlich dann von Vortheil, wenn mehrere Cylinder zu verfertigen sind. Auf diese Art werden die Schnitte genauer, als wenn sie mit der Feile eingestrichen werden.

Nach Vollendung dieser Arbeit nehme man behutsam den Cylinder von dem Messingstift hinweg und verbreche die Kanten der Hebelarme (*levées*) mit einer sehr feinen Feile zu der für dieselbe erforderlichen Form, härte den Cylinder, schleife ihn weiss und lasse die Enden blau an, wobei man Acht haben muss, den wirkenden Theil ganz hart zu behalten. Man fertigt sich nun eine kleine Rolle von Messing an und macht das Loch darin so gross, dass der Cylinder genau hineinpasst, befestigt diese Rolle auf der Mitte des Cylinders, indem man ein wenig Lack beifliessen lässt, nimmt ein Stück Stahldraht, das ein wenig dünner ist, als das Loch im Cylinder, zieht mit einer feinen Feile der Länge nach den Draht etwas rauh, steckt den Cylinder darauf und befestiget den Draht in einem Laubsägenbogen, gibt ein wenig fein

geriebenen Oelstein oder grobes Roth daran und setze mit einem Drehbogen, dessen Schnur man in die Rolle legt, mit geringem Druck den Cylinder in Bewegung, wobei man ihn zugleich der Länge nach immer ein wenig hin und her führt. Wenn auf diese Art einige Züge geschehen sind, hat man zu untersuchen, ob der Cylinder inwendig allenthalben rein geschliffen ist, d. h. ob die in Folge des Aufreibens entstandenen Risse verschwunden sind. Ist dies der Fall, so nehme man den Cylinder aus der Rolle und schleife ihn obenüber rein, polire dann zunächst die Kanten der Hebelarme, befestige darauf den Cylinder wieder in der Rolle, nehme ein anderes Stück Stahl- oder Kupferdraht, gebe ein wenig ganz feines Roth daran und polire ihn inwendig, verfare dabei ganz so, wie vorher beim Schleifen. Das Poliren lässt sich auch sehr gut ausführen, wenn man den Cylinder ohne Rolle auf den im Sägebogen zu befestigenden Draht steckt und ihn dann auf der flachen Hand hin und her rollt. Nachdem dies geschehen, ist die Aussenseite des Cylinders ebenfalls sehr fein zu poliren.

Ist der Cylinder nun so weit vollendet, so werden die Pfropfen darin angebracht. Diese sind aus feinem Rundstahl anzufertigen, den man härtet und blau anlässt, dann zur erforderlichen Stärke abdreht und fein abschleift, bis sie so genau in das Rohr passen, dass sie sich durch leichte Schläge in dasselbe hineintreiben lassen. Dabei ist natürlich die grösste Vorsicht erforderlich, damit das Rohr nicht zersprengt werde. Vor der Befestigung der Pfropfen im Cylinder müssen die Enden, welche nach innen kommen,

auf der Schraubenkopfmaschine mit der Polirscheibe flach polirt werden. Nach der Befestigung der Pfropfen im Cylinder ist der Putzen aufzupassen, in Form zu drehen; schliesslich sind die Unterdrehungen zu machen, die Zapfen anzudrehen und zu rouliren.

ACHTES CAPITEL.

Die ruhende Doppelrad-Hemmung (Echappement Duplex.) Taf. XIII.

Taf. XIII, Fig. 1 stellt den Grundriss einer Doppelradhemmung dar. Um eine deutliche Uebersicht über die bestimmenden Regeln zu erhalten, ist die Hemmung in einem bedeutend vergrösserten Maassstabe gezeichnet. Der Durchmesser des Ruherades ist hier = 300 Millimeter, und der Durchmesser des Impulsrades verhält sich zu dem des Ruherades wie 5 zu 7, ist also = 214,28 Millimeter. Das Rad ist zu 15 Zähnen angenommen. Für die kleine Rolle ist $\frac{1}{4}$ der Entfernung zweier Zahnsitzen des Ruherades voneinander als Durchmesser bestimmt. Diese Rolle ist so gestellt, dass das Ruherad beim Durchpassiren eine Hebung von 30° auf diese Rolle bewirken muss. Wenn sie der Zahn verlässt, wird der in Wirkung tretende Zahn des Impulsrades 10° Fall bis auf den grossen Hebel haben und eine Hebung von $30-35^{\circ}$ auf denselben ausüben.

Erster Artikel.*Anweisung zum Entwurfe der ruhenden Doppelrad-Hemmung.*

Wenn der Mittelpunkt *A* für das Rad bestimmt ist, ziehe man eine senkrechte Linie *K*, zeichne sodann die Peripherie *C* des Ruherades und deute zugleich auch die des Impulsrades an. Hierauf sind vom Mittelpunkt *A* des Rades aus mit Hülfe des Transporteurs 24° (= der Entfernung zweier Zahnsitzen von einander) zu je 12° nach jeder Seite der Linie *K* auszustechen und durch Linien *D* und *E* zu bezeichnen. Diese 24° nun in der Peripherie des Ruherades in 8 gleiche Theile eingetheilt, geben auf der Zeichnung die Grösse des Halbmessers der Rolle an, die durch Berechnung auf folgende Art gefunden wird. Der Durchmesser des Rades ist hier = 300 Millimeter und der Durchmesser eines Kreises verhält sich zu dem Umkreise desselben wie 1 zu 3,1416; folglich wird der Umkreis des Rades = 942,48 Millimeter sein; diesen Umkreis nun durch die Anzahl der Zähne = 15 dividirt, ergibt 62,83 Millimeter für die Entfernung zweier Zahnsitzen voneinander, wovon also $\frac{1}{4} = 15,71$ Millimeter als Durchmesser der Rolle sich ergibt. Demnach ist der Halbmesser der Rolle = 7,855 Millimeter. Um nun den Bewegungsmittelpunkt für die Unruhe zu finden, so dass das Ruherad eine Hebung von 30° auf die Rolle bewirkt, zeichne man einen Kreis gleich dem Durchmesser der Rolle, s. Fig. 2, steche mit Hülfe des Transporteurs die 30° aus und übertrage sie dort, wo sie den Kreis *F* schneiden,

auf die Peripherie C des Ruherades, genau zur Hälfte an jeder Seite der Linie K . Von diesen Punkten aus ist dann der Halbmesser der Rolle auf der Linie K anzudeuten. So bestimmt sich der Bewegungsmittelpunkt B der Unruhe. Alsdann verlängere man die 30° vom Punkte B aus, bezeichnet durch Linien m und n , und deute den Kreis F der Rolle an. Von dem Punkte aus, wo die Linie m den Kreis F der Rolle und die Peripherie C des Ruherades schneidet, ziehe man eine Linie o bis zum Mittelpunkte A des Rades, wodurch die vordere Fläche des in Ruhe stehenden Zahnes G angegeben ist. Hierauf steche man nun vom Mittelpunkte A des Rades aus 24° zu je 12° nach jeder Seite der Linie o aus und bezeichne dieselben durch Linien v und w , wodurch die Spitzen der Zähne des Impulsrades gefunden sind. Diese Zähne müssen eine Neigung von 17° haben. Durch die Stellung der Zähne ist nun zugleich die Länge des Hebels H bestimmt, da letzterer an der Spitze des Zahnes t frei vorbeipassiren muss. Dieser Hebel wird demnach hier eine Länge von 56 Millimeter bekommen.

Die richtige Stellung des Hebels, damit 10° Fall auf denselben stattfinden, wird dadurch gefunden, dass man das Rad so lange führt, bis die Spitze p des Zahnes G bis r vorgerückt ist und die Rolle verlassen will. In diesem Augenblicke wird auch der Zahn u des Impulsrades bis h vorgerückt sein und so muss sich der Hebel H bis auf 10° vor diesem Zahn befinden. Daraus folgt, dass derselbe seinen richtigen Stand bei s haben und dessen Stellung bei i sein muss, wenn der Zahn G auf die Hebefläche der Rolle

zu wirken anfängt. Die Hebefläche des Hebels H wird demnach mit der Hebefläche der Rolle, welche sich auf der Linie m befindet, einen Winkel von 27° bilden.

Der Einschnitt in der Rolle muss so gross ausgeführt werden, dass die Zahns Spitze, wenn sie sich am tiefsten in der Rolle befindet, 4 bis 5 mal Platz darin hat. —

Fig. 3 und 4 zeigen Grundriss und Profil einer Doppelrad-Hemmung in $\frac{1}{3}$ der Grösse der in Fig. 1 dargestellten. Dieselbe ist in den verschiedenen Stellungen der Wirkung gezeichnet. Wenn nämlich der wirkende Zahn des Ruherades sich am Eingange der Rolle F befindet, so wird der Hebel H seinen Stand bei i haben. So wie nun dieser Zahn die Rolle verlässt, wird der Hebel H bei s stehen und der Zahn des Impulsrades auf dieselbe, wie t zeigt mit 10° Fall in Wirkung treten und bis u die Hebung von $30\text{—}35^\circ$ vollendet haben, worauf alsdann der nächstfolgende Zahn des Ruherades an der Rolle in Ruhe tritt.

Die Grösse der Rolle für diese Hemmung ist in Fig. 5 mit den für dieselbe erforderlichen 30° Hebung dargestellt.

Zweiter Artikel.

Bemerkungen über verschiedenartig ausgeführte Constructionen der ruhenden Doppelrad-Hemmung.

Oft ist es der Fall, dass ein anderes Verhältniss der Radgrössen zu einander gewählt wird, als das

von mir oben aufgestellte. Es werden z. B. zuweilen Räder angewendet, wo sich die gegenseitigen Grössen wie 2 zu 3 verhalten. Mit einem solchen Rade wird man aber nur höchstens 25° Hebung erzielen können, welches nach Verhältniss der Kraft der Uhr nicht immer ausreichend ist, um eine angemessene Schwingung der Unruhe zu erhalten. Dann kommt es auch mehrfach vor, dass bei den eben bemerkten Grössen der Räder der Durchmesser der Rolle grösser als $\frac{1}{4}$ der Entfernung zweier Zahnsitzen von einander ausgeführt und dann so gestellt wird, dass beim Durchpassiren des Ruherades eine Hebung von 40° an derselben statt hat. Durch jene Stellung der Rolle wird aber der Gang bedeutend erschwert werden und sich viel leichter halten lassen, weil die Wirkung des Ruherades von 40° an jener Rolle zu lange andauert und das Rad nicht so viel Kraft auf dieselbe ausübt, als dass der Gang dadurch in Bewegung gesetzt werden könnte, da der Hebel hierfür jedenfalls zu klein ist. Im Gegentheile würde es sich empfehlen, noch weniger als 30° Hebung an diese Rolle zu geben, wenn nicht die Luft, welche die Zapfen von Rad und Unruhe in den Löchern haben müssen, dem nachtheilig entgegenwirkte. Gesetzt, die Rolle wäre auf 20° Hebung gestellt und die Luft an den Zapfen so vertheilt, dass Rad und Unruhe in Folge geringen Druckes sich am weitesten voneinander befänden, dann würde jene Hebung von 20° an der Rolle bis auf 10° oder noch weniger Grade zurückgeführt werden, zugleich aber eine Klemmung zwischen Zahnsitze und Rolle entstehen, in deren Wirkung die

Schwingungen der Unruhe sogleich gehemmt werden würden.

Ferner wird auch öfter die Stellung der Zähne des Ruherades beim Schneiden so ausgeführt, dass die vordere an der Rolle liegende Seite des Zahnes nicht in der Richtung nach dem Mittelpunkte des Rades zu läuft, sondern eine Schräge bildet, und die hintere Seite die Richtung nach dem Mittelpunkte nimmt. Mit einem solchen Rade ist ein Aufsetzen des Ganges leichter möglich.

Anmerkung.

Ueber die bei der Anfertigung der ruhenden Doppelrad-Hemmung anzuwendenden Vortheile hier etwas Näheres aufzustellen halte ich für unnöthig, da die Anfertigung des Rades und die der Rolle die Hauptarbeit bilden, über diese Gegenstände aber in später folgenden Capiteln (XIV und XIX) im Zusammenhange mit den dahin gehörigen Arbeiten abgehandelt werden wird.

NEUNTES CAPITEL.

Die hauptwirkenden Hebel der freien Hemmungen zu Chronometern. — Die Uebertragung der für diese Hebel bestimmten Grössen ins Kleine. — Taf. XIV.

Erster Artikel.

Anweisung zum Entwurfe der hauptwirkenden Hebel.

Um für jede bestimmte Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Hemmungsrades und der Unruhe voneinander das Verhältniss der gegenseitigen Grösse der Hebel für Rad und Scheibe zu finden, zur Erzielung einer bestimmten Hebung, muss man ein solches Verhältniss in grossem Maassstabe entwerfen. Dann lassen sich die Grössen leicht wie folgt bestimmen.

Taf. XIV, Fig. 1 und 2 stellen zwei voneinander verschiedene Verhältnisse in vergrössertem Maassstabe gezeichnet dar. Bei Fig. 1 ist die Hebung auf 45° und bei Fig. 2 auf 40° bestimmt.

Man verfare nun nach folgenden Angaben:

Die Bewegungsmittelpunkte G und C des Rades und der Unruhe werden zunächst in eine bestimmte Entfernung voneinander festgestellt und durch eine

Linie T miteinander verbunden. Bei beiden Figuren ist diese Entfernung zu 100 Millimeter angenommen. Die Räder haben 15 Zähne, mithin beträgt die Entfernung zweier Zahnsitzen voneinander $\frac{360^\circ}{15} = 24^\circ$, welche vom Punkte G aus zu je 12° nach jeder Seite der Linie T mit Hülfe des Transporteurs ausgestochen und durch Linien b bezeichnet werden. Nun sind für Fig. 1 45° , und für Fig. 2 40° Hebung bestimmt, dazu muss aber noch der für die freie Hemmung erforderliche Fall von wenigstens 5° gerechnet werden; folglich sind für Fig. 1 50° und für Fig. 2 45° anzunehmen; diese werden nun vom Punkte C aus zu je 25° und $22\frac{1}{2}^\circ$ nach jeder Seite der Linie T durch Linien d beschrieben. Zieht man dann durch die Kreuzungspunkte der 4 Linien von den Punkten G und C aus Kreise, so ist in deren Peripherie die Grösse für beide Theile (Rad und Scheibe) gefunden. Nach Fig. 1 wird demnach das Rad für die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte voneinander = 100 Millimeter und der bestimmten Hebung von 45° einen Durchmesser = 140, und die Scheibe einen Durchmesser = 69,2 Millimeter bekommen. Nach Fig. 2 wird das Rad für die nämliche Entfernung der Bewegungsmittelpunkte, aber mit einer bestimmten Hebung von 40° , einen Durchmesser = 134,6 und die Scheibe einen Durchmesser = 73 Millimeter bekommen.

Hierauf ist nun der Hebelstein L auszuführen, und zwar so, dass die Hebefläche o desselben genau ihre Richtung nach dem Mittelpunkte der Scheibe nimmt und dieselbe bis auf 5° vor die Linie d zu stehen kommt. Alsdann ist die Hohlung in der Scheibe für

den Durchgang des Zahnes zu bestimmen. Dieselbe muss bei Fig. 1 eine Breite von 50° und bei Fig. 2 eine Breite von 45° bekommen und so eingetheilt sein, dass zwei Dritttheile dieser 50° und 45° von o bis m und ein Dritttheil von o bis n zu liegen kommen. Jene Hohlung muss so tief sein, dass wenn ein Zahn des Rades hinter den Hebelstein geführt wird, er ohne die tiefste Stelle zu berühren durchpassiren kann.

Endlich ist noch die Neigung der Zähne des Rades auszuführen. Diese muss 25 bis 27° betragen, in Folge dessen der Zahn mit 5° Fall mit seiner Vorderfläche auf die Hebefläche des Hebelsteins anfallen wird, was mithin nicht der Fall sein würde, wenn die Neigung mehr oder weniger betrüge. Bei mehr Neigung wird die Zahnspitze auf die Hebefläche des Hebelsteins und bei weniger Neigung die Zahnfläche auf die Spitze desselben anfallen. Nachtheilig ist Beides. Im ersteren Falle, wenn die Spitzen der Zähne sehr fein sind und dieselben den Stoss direkt zu erleiden haben, tritt, wenn die Uhr einige Zeit gegangen ist, sehr leicht eine Unrichtigkeit in der Ruhe ein; im andern Falle aber, wenn nämlich die Fläche der Zähne auf die Spitze des Hebelsteins anfällt, entsteht eine nachtheilig auf den Gang einwirkende Reibung. Bei Anfertigung der freien Hemmungen muss Rad und Scheibe so gestellt werden, dass die Zahnspitzen des Rades 1° Spielung bis an die Scheibe bekommen.

Zweiter Artikel.*Uebertragung der Grösse des Rades und der Scheibe
ins Kleine.*

Nach den oben gefundenen Verhältnissen der Grösse des Rades und der Scheibe zur gegebenen Entfernung des Bewegungsmittelpunktes des Rades von dem der Unruhe wird es nun sehr leicht sein, für jede beliebige aber gemessene Entfernung dieser Bewegungsmittelpunkte voneinander, sowie für jede bestimmte dem Gange zu ertheilende Hebung die genaue Grösse des Rades und der Scheibe durch Berechnung zu bestimmen. Nehmen wir z. B. an, die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Rades und der Unruhe voneinander sei = 5,6 Millimeter, und die Hebung wäre auf 45° festgestellt, dann wird man durch folgende Berechnung die richtigen Grössen erhalten:

Nach dem ersten Verhältnisse:

$$\frac{140}{100} \times 5,6 \text{ Millim.} = 7,84 \text{ Millim., als Durchmesser des Rades,}$$

$$\frac{69,2}{100} \times 5,6 \text{ Millim.} = 3,87 \text{ Millim. als Durchmesser der Scheibe.}$$

Soll die Hebung dagegen nur 40° betragen, so ist begreiflicherweise das zweite Verhältniss als Bestimmung anzunehmen.

ZEHNTES CAPITEL.

Beschreibung dreier freien Hemmungen für Chronometer und Erläuterung der bei deren Anfertigung anzuwendenden Arbeitsmethoden. — Das Verhältniss der Zapfenstärke zur Schwere der Unruhe bei Anwendung jener Hemmungen für Taschen-Chronometer.

Erster Artikel.

Die freie Federhemmung für Taschenchronometer nach der vom Verfasser verbesserten Construction. Taf. XV.

a. Anweisung zum Entwurfe der freien Federhemmung.

Taf. XV, Fig. 1 und 2 stellen Grundriss und Profil dieser Hemmung dar, und zwar in zehnfach vergrössertem Maassstabe. Das Verfahren, um dieselbe zu entwerfen, ist folgendes:

Zunächst stelle man die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte *G* und *C* des Rades und der Unruhe voneinander fest und verbinde diese Punkte durch eine Linie *T*. Dann führe man die Linien *b* und *d* ganz nach den im neunten Capitel Art. 1 nach Fig. 1 aufgestellten Regeln aus, wodurch die Grösse des Ra-

des und der Scheibe gefunden wird. Da nun bei dieser Hemmung die Ruhe auf dem zweiten Zahn von der Scheibe an gerechnet stattfinden muss, so bestimme man den richtigen Platz für den Ruhestein und zwar folgendermassen:

Vom Mittelpunkte G des Rades aus steche man zur Rechten der Linie T 36° aus und bezeichne diese Grade durch Linie E . Auf diese Linie E wird nun die Spitze des zweiten Zahnes zu stehen kommen und ist darnach der Ruhestein i , welcher hier 5 Millimeter Durchmesser hat, auf der Linie E so zu stellen, dass $\frac{1}{4}$ von seinem Durchmesser die Ruhe bildet. Dieser Ruhestein muss mit einer Neigung von 12° gesetzt werden, so dass er stets vom Rade angezogen werde, wenn letzteres in Ruhe steht. Um die Ruhe genau reguliren zu können, muss eine Schraube n mit einer flachen Seite am Kopfe, gegen welche das Rohr o , worin der Ruhestein befestigt wird, Anlage findet, unten auf der Platte angebracht werden. Hierauf ist die federnde Stelle M der Hemmungsfeder H in der für sie passenden Entfernung vom Ruhestein auszuführen und zwar so, dass die Mitte der federnden Stelle mit der Ruhe und dem Mittelpunkte G des Rades einen rechten Winkel bildet, damit die Ruhe rechtwinklig gemacht werde. Jetzt setze man das vordere Ende L der Hemmungsfeder H , worauf die Auslösungsfeder P ruht, vom Rohre o so weit zurück, dass das vordere Ende der Auslösungsfeder P in paralleler Richtung mit der federnden Stelle M der Hemmungsfeder H und dem Ruhepunkte nach dem Mittelpunkte C der Unruhe zeigt. Hiernächst stelle man den kleinen Hebelstein, welcher die Auslösung bewirken soll, solchergestalt,

dass die Hebefläche mit der Fläche der Auslösungsfeder P zusammentrifft. Dieser Hebelstein, welcher in der Rolle K , deren Durchmesser hier 13 Millimeter beträgt, befestigt wird, muss im gegebenen Falle 2 Millimeter vor der Rolle vorstehen. Die Auslösungsfeder P muss zu dem Ende so lang sein, dass sie, vom Hebelstein gehoben, erst nachdem die Auslösung des Rades erfolgt ist, den Hebelstein verlässt, worauf denn die Hemmungsfeder H wieder in Ruhe zurücktreten wird.

Da die Auslösung erfolgen muss zu der Zeit, wo der Hebelstein in der Scheibe F bis auf 5° vor den in Wirkung tretenden Zahn vorgerückt ist, wozu eine Bewegung der Unruhe von 12° erforderlich ist, so werden die wirkenden Flächen der beiden Hebelsteine, welche in der Richtung nach dem Mittelpunkte C' der Unruhe zeigen müssen, einen Winkel von 85° miteinander bilden.

Fig. 2 zeigt das Profil dieser Hemmung. Deren verschiedene Höhen sind ebenfalls in zehnfach vergrössertem Maassstabe dargestellt. Fig. 3 verdeutlicht das Profil vom Fusse B , an welchem die Hemmungsfeder H angeschraubt ist.

Die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Rades und der Unruhe voneinander beträgt hier 60 Millimeter. Demzufolge wird das Rad einen Durchmesser von 84 Millimeter und die Scheibe F einen Durchmesser von 41,52 Millimeter erhalten.

b. Wirkung dieser freien Federhemmung.

Wenn der kleine Hebelstein auf das Ende der Auslösungsfeder P zu wirken anfängt, wird es diese und

die Hemmungsfeder H heben und somit die Auslösung bewerkstelligen. Sobald als der Zahn v den Ruhestein i verlässt, wird der grosse Hebelstein bis auf 5° vor den Zahn w vorgerückt sein und sofort von diesem Zahne den Impuls erhalten, bis der Zahn u auf den Ruhestein i in Ruhe tritt. Beim Zurückschwingen der Unruhe wird der kleine Hebelstein an der Hemmungsfeder H frei vorbei passiren und nur die Auslösungsfeder P berühren.

Zweiter Artikel.

Die freie Doppelrad-Federhemmung für Taschen-Chronometer, vom Verfasser construirt. Taf. XVI.

a. Anweisung zum Entwurfe der freien Doppelrad-Federhemmung.

Taf. XVI, Fig. 1 und 2 stellen diese Hemmung in Grundriss und Profil dar und zwar je nach der Grösse der Uhr in acht oder zehnfach vergrössertem Maassstabe. Das Verfahren beim Entwurfe dieser Hemmung ist folgendes:

Zuvörderst stelle man die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte G und C des Rades und der Unruhe voneinander fest, und verbinde sie durch eine Linie T . Die Hebung ist für diese Hemmung auf 40° anzunehmen, worauf die Linien b mit 24° und die Linien d mit 45° nach den im neunten Capitel, Art. 1 nach Fig. 2 aufgestellten Regeln auszuführen sind, demzufolge die Grösse des Impulsrades und die der Scheibe gefunden wird. Die Grösse des Ruhe-

rades S verhält sich zu der des Impulsrades A wie 35 zu 27. Der Ruhepunkt ist auf 44° von der Verbindungslinie T mit Hülfe der Linie E vom Mittelpunkte G des Rades aus zu bestimmen, weil dadurch eine gerade Richtung der Auslöschungsfeder erzielt wird, ohne dass der Ruhepunkt eine andere Entfernung vom Centrum der Unruhe annähme, als solche Entfernung bei der freien Federhemmung, die im ersten Artikel beschrieben wurde, stattfindet. Der Durchmesser des Ruhesteines i beträgt hier 5 Millimeter. Diesen setze man mit 12° Neigung so auf die Linie E , dass $\frac{1}{4}$ vom Durchmesser des Hebelsteins die Ruhe bildet. Die federnde Stelle M der Hemmungsfeder H muss mit der Ruhe und dem Mittelpunkte G des Rades einen rechten Winkel bilden, damit die Ruhe rechtwinklig gemacht werde. Man zeichne jetzt die Auslöschungsfeder P von da an, wo sie befestigt wird, in gerader Richtung nach dem Mittelpunkte C der Unruhe, und stelle den kleinen die Auslösung bewirkenden Hebelstein in solcher Weise, dass dessen Hebefläche mit der Fläche der Auslöschungsfeder zusammentrifft. Das vordere Ende L der Hemmungsfeder H ist sodann von dem Rohr o ab so auszuführen, dass die Auslöschungsfeder P in der bezeichneten Richtung darauf zu ruhen komme. Der kleine Hebelstein, befestigt in der Rolle K , deren Durchmesser hier 12 Millimeter beträgt, muss 2 Millimeter vor jener Rolle vorstehen.

Da die Auslösung des Ruherades erfolgen muss, sobald der Hebelstein in der Scheibe F bis auf 5° vor den in Wirkung tretenden Zahn des Impulsrades vorgerückt ist, was eine Bewegung der Unruhe von 12° erheischt, so müssen die wirkenden Flächen der

beiden Hebelsteine einen Winkel von 80° miteinander bilden.

Fig. 2 zeigt das Profil dieser Hemmung in genauem Maassverhältnisse der verschiedenen Höhen der angenommenen Grösse. Fig. 3 verdeutlicht das Profil des Fusses B, an welchem die Hemmungsfeder H angeschraubt ist. Die Schraube n , Fig. 1 und 3, dazu dienend, die Ruhe genau zu reguliren, ist so niedrig zu stellen, dass die Auslösungsfeder P sich frei über ihr bewegen kann.

Die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Rades und der Unruhe voneinander beträgt im gegebenen Falle 50 Millimeter, demzufolge wird das Impulsrad einen Durchmesser = 67,3 Millimeter, und die Scheibe einen Durchmesser = 36,5 Millimeter erhalten. Das Ruherad erhält nach dem Verhältnisse 27:35 einen Durchmesser = 87,24 Millimeter.

b. Wirkung der freien Doppelrad-Federhemmung.

Wenn der kleine Hebelstein auf die Auslösungsfeder P zu wirken anfängt, wird, nachdem eine Bewegung von 12° stattgefunden, der Zahn v des Rades S die Ruhe verlassen und in diesem Augenblicke auch der grosse Hebelstein auf 5° vor den in Wirkung tretenden Zahn w des Rades A vorgerückt sein und von diesem Zahne den Impuls bekommen, bis der Zahn u des Rades S in Ruhe tritt. Beim Zurückschwingen der Unruhe wird der kleine Hebelstein an der Hemmungsfeder H frei vorübergehen und nur die Auslösungsfeder P berühren.

Dritter Artikel.

Die freie Hemmung mit dem Schwengel (Echappement à bascule) für Taschen-Chronometer. — Taf. XVII.

a. Anweisung zum Entwurfe der freien Hemmung mit dem Schwengel.

Taf. XVII, Fig. 1 und 2 stellen die freie Hemmung mit dem Schwengel in Grundriss und Profil dar, und zwar, je nach der Grösse der Uhr, in acht- oder zehnfach vergrössertem Maassstabe.

Das Princip dieser Hemmung ist im Wesentlichen demjenigen der auf Taf. XV dargestellten freien Federhemmung ähnlich. Statt der Hemmungsfeder wird hier ein Schwengel, von einer Achse getragen, angewendet. Das Verfahren bei dem Entwurfe dieser Hemmung ist folgendes: Wenn die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte G und C des Rades und der Unruhe voneinander festgestellt ist, werden nach den im neunten Capitel Art. 1 nach Fig. 1 gegebenen Regeln die Linien b und d gezogen, woraus sich die Grössen des Rades und der Scheibe ergeben. Die Ruhe ist für diese Hemmung auf den dritten Zahn (von der Scheibe an gerechnet) bestimmt. Hier den richtigen Platz für den Ruhestein zu finden, ziehe man einen Kreisbogen N vom Mittelpunkte G des Rades aus, solchergestalt dass derselbe in den Mittelpunkt C der Unruhe falle. Vom Mittelpunkte C der Unruhe aus ziehe man gleicherweise einen Kreisbogen O dergestalt, dass er in den Mittelpunkt G des Rades treffe. Dort nun wo diese beiden Kreisbögen N und O sich

schneiden, ist ein Punkt m anzuzeichnen. Durch denselben und den Mittelpunkt G des Rades ziehe man alsdann eine Linie E , auf welcher schliesslich der richtige Platz für den Ruhestein i zu bestimmen ist. Linie E wird auch gefunden, wenn vom Mittelpunkte G des Rades aus 60° von der Verbindungslinie T ab ausgetragen werden. Der Ruhestein i hat im gegebenen Falle einen Durchmesser von 6 Millimeter und ist mit 12° Neigung an der Linie E so zu setzen, dass $\frac{1}{4}$ seines Durchmessers die Ruhe bildet.

Jetzt hat man den Bewegungsmittelpunkt z für den Schwengel H rechtwinklig zu der Ruhe und dem Mittelpunkte G des Rades zu bestimmen, und zwar in einer solchen Entfernung vom Mittelpunkte C der Unruhe, dass zwischen der Achse (die den Schwengel H trägt) und der Unruhe 5 Millimeter Raum bleiben, behufs der freien Spielung und der Compensation der Unruhe. Hierauf ist die Auslösungsfeder P von dem Punkte an, wo sie zu befestigen ist, in gerader Richtung nach dem Mittelpunkte C der Unruhe zu zeichnen und der kleine die Auslösung bewirkende Hebelstein so zu stellen, dass dessen Hebefläche mit der Fläche der Auslösungsfeder P übereinstimmt. Erwähnter Hebelstein muss 2 Millimeter vor der Rolle K (deren Durchmesser im gegebenen Falle 13 Millimeter beträgt und worin er befestigt wird), vorstehen, die Auslösungsfeder P aber so lang sein, dass, vom Hebelstein gehoben, sie erst nach erfolgter Auslösung des Rades denselben verlässt, worauf dann der Schwengel H durch Wirkung der Spiralfeder S wieder in Ruhe zurückgeführt wird.

Das vordere Ende L des Schwengels ist vom Rohre

a ab im Bogen so auszuführen, dass die Auslösfeder *P* in der bestimmten Richtung darauf ruhen kann. Da die Auslösung erfolgen muss, wenn der Hebelstein in der Scheibe *F* bis auf 5° vor den in Wirkung tretenden Zahn vorgerückt ist, wozu bei dieser Hemmung eine Bewegung von 16° erforderlich sein wird, so werden die wirkenden Flächen der beiden Hebelsteine einen Winkel von 75° bilden.

Der hintere Theil *R* am Schwengel *H* dient zur Herstellung des Gleichgewichts. Die Schraube *n* dient dazu, die Ruhe genau reguliren zu können.

In Fig. 2 ist das Profil der Hemmung gegeben, dessen verschiedene Höhen im Verhältniss zur Grösse des Grundrisses dargestellt sind.

Fig. 3 zeigt das Profil der Spiralrolle *v'* und Fig. 4 dasjenige des Spiralklößchens *w'*, das zur Befestigung der Spiralfeder dient. Diese Spiralfeder muss circa $\frac{1}{8}$ Umgang angespannt werden.

Die Entfernung zwischen den Bewegungsmittelpunkten des Rades und der Unruhe beträgt im gegebenen Falle 60 Millimeter. Demnach wird das Rad einen Durchmesser von 84 und die Scheibe einen Durchmesser von 41,52 Millimeter erhalten.

b. Wirkung der freien Hemmung mit dem Schwengel.

Wenn der kleine Hebelstein auf die Auslösfeder *P* zu wirken anfängt, wird er diese Feder und den Schwengel *H* heben und somit die Auslösung bewerkstelligen. Sobald der Zahn *v* den Ruhestein verlässt, wird auch der grosse Hebelstein bis auf 5° vor den Zahn *w* vorgerückt sein und von letzterem den

Impuls erhalten, bis Zahn *u* in Ruhe tritt. Beim Zurückschwingen der Unruhe wird der kleine Hebelstein an dem Schwengel *H* frei vorübergehen und nur die Auslösungsfeder *P* berühren.

Vierter Artikel.

Arbeitsmethoden bei Anfertigung der freien Hemmungen und das Verhältniss der Zapfenstärke zur Schwere der Unruhe für Taschen-Chronometer nach des Verfassers Erfahrungen.

a. Anfertigung der Hemmungsfeder.

Bei Herstellung dieser Feder ist sowohl in der Wahl, als in der Behandlung des Stahles eine ganz besondere Vorsicht nöthig, will man nicht viel Zeit und bedeutende Mühen für Nichts opfern. Man untersuche daher mehrere Stangen von dem englischen Viereckstahle der erforderlichen Stärke und wähle davon denjenigen, der im Bruche fein und silbergrau erscheint, glühe ihn nach dem bekannten Verfahren aus, hämmere ihn aber nur auf denjenigen Seiten, welche für die Seitenflächen der Feder bestimmt sind, und lasse ihn wieder gut blau an. — Nach dieser Behandlung feile man den Stahl an allen vier Seiten flach und rechtwinklig, zeichne mit einem Körner das Loch für den Ruhestein an und in berechneter Entfernung davon ebenso die Löcher für die Schraube und die Stellstifte im Fusse, bohre diese Löcher zu der erforderlichen Grösse auf der Gradebohrmaschine durch und reibe sie glatt auf. Hierauf reisse man an

beiden für die Höhe bestimmten Seiten des Stückes der ganzen Länge nach über die Mitte des für den Ruhestein bestimmten Loches eine scharfe Linie, die beim Feilen als Richtschnur dienen kann, feile alsdann die Seitenflächen in die für die Feder bestimmte Form, namentlich die Ansätze genau in der angegebenen Länge, scharf und winkelrecht zu einander. Um das Rohr für den Ruhestein äusserlich rund feilen zu können, drehe man zwei kleine Pfropfen von Stahl, die streng in das Loch passen und einen Kopf, ähnlich einer Schraube haben, und zwar von einem Durchmesser, wie ihn das Rohr äusserlich erhalten soll, härte sie und befestige sie ins Loch, wonach nun die Rundung des Rohrs zu feilen ist. Nachdem sämtliche Seitenflächen zur erforderlichen Stärke gefeilt sind, bestimme man die verschiedenen Höhen und feile darnach die Absätze. Dann feile man für die federnde Stelle den Zwischentheil aus. Für die Schraube, womit die Auslösungsfeder angeschraubt wird, ist das Loch zu bohren und sind die Gewinde einzuschneiden, auch sämtliche Ecken ein wenig zu verbrechen und die Feder nach der bekannten Methode zu härten und blau anzulassen. — Sollte sich die Feder beim Härten etwas verzogen haben, so richte man sie vorsichtig und lasse die gerichteten Stellen wieder blau an, damit die Spannung aufgehoben werde und diese nicht erst nach dem Schleifen wieder in ihre frühere Richtung zurückkehren.

Das Schleifen und Vollenden der Feder.

Zuerst schleife man das Rohr, indem man es auf einen Stift steckt und mit diesem auf einem passen-

dem Holzlager festhält, ein wenig mit einer Schleiffeile und feingeriebenem Schmirgel und zuletzt mit ein wenig Schmirgel auf Holz beinahe ganz trocken, bis das Rohr einen feinen gleichen Strich hat. Sodann schneide man einen Kork in passende Form für die Seitenflächen der Feder, schleife diese darauf zuerst mit einer Schleiffeile und Schmirgel allenthalben flach und die Feder in die erforderliche Stärke. Die federnde Stelle aber halte man immer noch doppelt so stark, als sie in fertigem Zustande sein soll, schleife und polire die unteren und oberen Kanten, zu welcher Arbeit die Feder auf ein Stück Messing, das man in der Hand halten kann, aufzulacken ist, damit sie nach allen Seiten die hierzu nöthige Festigkeit erhalte. Nach Vollendung dieser Arbeit verbreche man sämtliche scharfen Ecken, welche frei zu stehen kommen, mit einer Steinfeile, polire sie mit einer Compositionsfeile und Roth und mache nun den Strichschliff auf den Seitenflächen wie folgt:

Auf Kupfer oder auf die bekannte weisse Composition gebe man ein wenig Schmirgel der mit Oel feingerieben und ziemlich trocken ist, schleife auf Kork in regelmässigen Zügen und mit sehr angemessenem Drucke so lange, bis der Schmirgel fast ganz trocken wird. Auf solche Weise erhält man einen scharfen, glänzenden Schliff.

Nun ist die Biegung des vorderen Theiles der Feder herzustellen, zu welchem Behufe man das zu biegende Ende beinahe bis an das Rohr in eine Stiftenzange einzuspannen hat und diese dann über eine Spiritusflamme erwärmt. Wenn das Ende der Feder darin blau geworden ist, vermag man ihr die

erforderliche Biegung zu geben. Die richtige Länge des vorderen Theiles der Feder kann erst dann bestimmt werden, wenn die Feder ihren richtigen Platz erhalten hat und die Auslösungsrolle angebracht ist.

Die federnde Stelle der Hemmungsfeder muss eine Stärke von 0,03 Millimeter erhalten, und es ist von grossem Vortheil jene Stelle gegen die Ansätze zu etwas stärker zu lassen, um dadurch einem leichtmöglichen Brechen in den Ecken der Ansätze vorzubeugen. Wenn die federnde Stelle aus zwei Theilen besteht, so ist beim Schleifen sehr darauf zu achten, dass das Verhältniss der Stärke beider Theile sich stets gleich bleibe, denn sobald darin eine Verschiedenheit eintritt, wird die Bewegung der Feder eine ungleichmässige werden.

b. Anfertigung der Auslösungsfeder.

Für diese Feder wähle man vom feinsten 18karätigen Golde, welches durch Walzen möglichst hart gemacht werden muss, schneide davon Streifen in der erforderlichen Breite, bohre das Loch durch den Fuss und passe das Stück an die Hemmungsfeder in solcher Art an, dass das hintere Ende des Fusses genau an den Ansatz anschliesst und sich nicht beim Anschrauben drehen kann, feile die Feder zu der erforderlichen Breite (etwas schmaler, als die Hemmungsfeder vorn ist) und polire die Kanten. Alsdann schleife man die Seitenflächen mit einem blauen Wassersteine und Oel vom Fusse an zu einer Stärke von 0,06 Millimeter. Nachdem die Hemmungsfeder die bestimmte Biegung erhalten hat, wird auch die Goldfeder in die entsprechende Form gebogen, so zwar, dass ihr auf dem

Ende der Hemmungsfeder ruhendes Vorderende mit ihrem hinteren Theile parallel läuft.

Die genaue Länge der Goldfeder vermag man erst dann zu bestimmen, wenn die Auslösungsrolle angebracht und die Länge der Hemmungsfeder berichtigt ist.

Die Goldfeder (oder Auslösungsfeder) hat auf dem dritten Theil ihrer ganzen Länge vom Fusse an gerechnet ihre federnde Stelle zu erhalten, deren Stärke 0,015 bis 0,020 Millimeter betragen muss.

c. Anfertigung des Schwengels (Bascule).

Nachdem der dazu dienende Stahl hinlänglich vorbereitet und von allen Seiten flach und winkelrecht gefeilt worden ist, reisse man auf der Seite, die für die Höhe bestimmt ist, in der Mitte der ganzen Länge nach eine scharfe Linie, auf welcher nun in den erforderlichen Entfernungen voneinander die drei Löcher für den Ruhestein, den Bewegungsmittelpunkt und das Gegengewicht anzuzeichnen und solche Löcher auf der Geradebohrmaschine durchzubohren sind. Hierauf feile man die drei Rundtheile zu der erforderlichen Grösse, die Stange zu der erforderlichen Stärke, schneide dann in das für den Bewegungsmittelpunkt bestimmte Loch ein recht feines Schraubengewinde ein. Nun fertige man zunächst die Achse und schraube sie in den Schwengel hinein. Diese Achse muss einen so grossen Ansatz erhalten, dass der Rundtheil des Schwengels von demselben bedeckt wird. Alsdann folgt die Anfertigung der Zapfen an der Achse, worauf letztere sammt dem Schwengel an ihre richtige Stelle zu bringen ist, um prüfen zu können, ob die Ruhe richtig steht. Sollte sich etwa eine kleine Unrichtigkeit er-

geben, so ist diesem, ehe und bevor der Schwengel gehärtet wird, sehr leicht abzuhehlen. Nach dem Berichtigen der Ruhe möge das vordere Ende des Schwengels die erforderliche Biegung und die bestimmte Länge erhalten. Demnächst ist die Auslösungsfeder zu fertigen, das Gleichgewicht des Schwengels herzustellen, derselbe zu härten, blau anzulassen, zu schleifen und seine oberen Kanten zu poliren. Der als Gegengewicht dienende hintere Rundtheil, sowie der Rundtheil für den Ruhestein werden beide von oben mit einer Spindel von weichem Stahle, deren Ende kugelförmig gefeilt ist (Fig. 36, Taf. XXII) mittelst eines Drehbogens ausgeschliffen und polirt. Ebenso werden mit einer ähnlichen Spindel, deren Ende ein trichterförmiges Loch hat (Fig. 35), die Kanten an den Rundtheilen und hierauf mit einer Compositionsfeile die oberen Facetten polirt.

d. Anfertigung der Scheibe.

Nachdem die Scheibe für das Plateau zur erforderlichen Grösse gedreht ist, wird mit einer Fraise der Einschnitt für den Hebelstein gemacht, so zwar, dass diejenige Seite des Einschnittes, welche mit der Hebefläche des Hebelsteins übereinstimmt, in gerader Richtung nach dem Mittelpunkte zeigt. Alsdann härte man die Scheibe, lasse sie blau an und passe den Hebelstein hinein. Ist dies geschehen, polire man nach der im Cap. VI, Art. 3 aufgeführten Methode auf dem Eingriffzirkel die Peripherie der Scheibe, feile die Hohlung ein, schleife und polire diese mit einem passenden Cylinder. Endlich sind die Seitenflächen zu

poliren und ist der Hebelstein mit Schelllack in der Scheibe zu befestigen.

e. Anfertigung der Auslösungsrolle.

Ist die Rolle gedreht, so wird der Einschnitt für den Hebelstein gemacht, und zwar so, dass die Seite desselben, welche mit der wirkenden Fläche des Hebelsteins übereinstimmt, in gerader Richtung nach dem Mittelpunkte der Rolle zeigt. Hierauf härte man sie und lasse sie blau an, passe dann den Hebelstein hinein, welcher hier so lang sein muss, dass er 0,2 Millimeter vor der Peripherie der Rolle vorsteht. Jetzt ist die Peripherie der Rolle auf dem Eingriffzirkel und die Kanten derselben in einem Trichter zu poliren, worauf man an zweien Seiten der Rundung kleine Flächen anfeilen muss, dazu dienend, die Rolle auf der Achse drehen zu können. Diese Flächen werden dann geschliffen, die Kanten daran verbrochen und polirt. Zuletzt werden die Seitenflächen polirt und der Hebelstein mit Schelllack in der Rolle befestigt.

A n m e r k u n g.

Ueber die Anfertigung der Achsen für die Unruhe und für den Schwengel (Bascule) hier noch etwas zu sagen, dürfte wohl überflüssig sein, da das Erforderliche bereits in Cap. VI, Art. 4 gegeben worden ist.

f. Das Vollenden des Hemmungsrades.

Nachdem das Rad geschnitten ist, wird es an ein Futter der Drehbank angelackt und die Schenkel desselben zur Hälfte der Stärke des Randes (wenn das Rad 0,6 Millimeter Dicke hat) ausgedreht. An den Zähnen muss ein dünner Reif stehen bleiben, damit



sie am Fusse die nöthige Festigkeit behalten. Die Schenkel, sowie der untere Theil des Reifs sind nachzufeilen und die Kanten allenthalben zu verbrechen. Hierauf ist das Rad ein wenig mit Trippel und Oel auf hartem Holze zu schleifen. Ist das Rad aus Messing, so muss es nach dem Schleifen vergoldet werden; ist es aus Nickel oder Gold gemacht, polirt man es obenauf flach und zieht die Kanten mit einem Polirstahle ab. Nachdem das Rad auf den Trieb aufgenietet worden ist, drehe man es im Eingriffzirkel gegen eine geschliffene Saphirplatte ab. Letztere ist auf ein Stück Messing zu lacken und dieses wird zwischen den Spitzen des Eingriffzirkels festgestellt. In Ermangelung eines Saphirs kann das Abdrehen auch gegen einen ganz feinen Oelstein geschehen.

g. Das Verhältniss der Zapfenstärke zur Schwere der Unruhe. (Für Taschen-Chronometer.)

Um für die Unruhe die Zapfenstärke zu bestimmen, richtet man sich am zweckmässigsten nach der Schwere der Unruhe. Eine schwere Unruhe muss nämlich stets etwas stärkere Zapfen erhalten, als eine leichtere. Denn die durch die vermehrte Stärke der Zapfen vermehrte Reibung wird wieder durch die erhöhte Schwere der Unruhe überwunden, mithin werden die Schwingungen durchaus nicht gehemmt. Dagegen würde es sehr unzweckmässig sein, eine leichtere Unruhe mit stärkeren Zapfen zu versehen, da durch die vermehrte Reibung bei geringer Schwere der Unruhe die Schwingungen verhältnissmässig gehemmt würden. Ein vollkommen anwendbares Verhältniss der

Stärke der Zapfen zur Schwere der Unruhe ist folgendes:

Für eine Unruhe die 10 bis 12 Grain wiegt, wähle man die Zapfenstärke nach dem Zapfenmaasse zu

		$8\frac{1}{2}$ Grad = 0,105 Millimeter	
13—15 Grain zu 9	„	= 0,115	„
16—18 „ „	$9\frac{1}{2}$ „	= 0,12	„
19—21 „ „	10 „	= 0,125	„

Die Zapfen des Hemmungsrades müssen stets $1\frac{1}{2}$ Grad stärker gewählt werden, als die der Unruhe.

(Ueber die den Zapfen in den Löchern zu gebende Luft vergleiche man den Art. 6, Cap. VI, welches Verhältniss auch hier Anwendung findet.)

ELFTES CAPITEL.

**Die freie Hemmung von Robin und die freie Hemmung
Ancre-bascule. Taf. XVIII u. XIX.**

Erster Artikel.

*Die freie Hemmung von Robin nach der vom Verfasser
verbesserten Construction.*

Taf. XVIII, Fig. 1 und 2 stellen diese Hemmung in Grundriss und Profil dar. Dieselbe ist eine Zusammenstellung der freien Hemmung für Chronometer und der Ankerhemmung.

Die Wirkung des Rades auf die Unruhe ist ganz die nämliche, wie bei der freien Hemmung für Chronometer. Die Ruhe findet auf dem Anker statt und die Auslösung wird durch einen Hebelstein mittels der Gabel bewerkstelligt. Gewöhnlich hat man diese Hemmung so ausgeführt, dass 8° Ruhe auf dem Anker statt haben, folglich zur Auslösung des Ankers 8° Bewegung der Gabel erforderlich sind. Um dies zu bewirken, ist man genöthigt, den Hebelstein so zu stellen, dass seine Bewegung zur Führung der Gabel wenigstens 45° beträgt, und sein Wirkungskreis wird

demnach einen sehr grossen Bogen beschreiben. In Folge der Berührung solchen langen Hebels mit der Gabel in einem Bogen von 45° wird eine sehr beträchtliche Reibung verursacht und da diese lediglich von der Unruhe überwunden werden muss, so liegt es auf der Hand, dass die Schwingungen derselben verhältnissmässig gehemmt werden.

Deshalb habe ich für die in Rede stehende Hemmung nur 5° für die Ruhe und 35° für die zur Auslösung erforderliche Bewegung des Hebelsteins angenommen. Hierdurch erhält man nun einen kleineren Wirkungskreis des Hebelsteins (einen kürzern Hebel), und da die zur Auslösung bestimmte Bewegung gleichfalls reducirt ist, so ist leicht begreiflich, dass die von der Unruhe zu überwindende Reibung folgerecht vermindert wird.

a. Anweisung zum Entwurfe dieser Hemmung.

Zuerst werden die Bewegungsmittelpunkte G und C des Rades und der Unruhe in der bestimmten Entfernung von einander festgestellt und durch eine Linie f mit einander verbunden. In vorliegender Zeichnung ist ein Rad mit 15 Zähnen angenommen, mithin ist die Entfernung zweier Zahnsitzen von einander $\frac{360^{\circ}}{15} = 24^{\circ}$. Hiervon sind nun 21° auf Rechnung des

Falles und Impulses und die übrigen 3° auf Rechnung der Fortschreitung zu bringen, welche das Rad nach erfolgter Auslösung beim Zurückschwingen der Unruhe machen muss. Die erwähnten 21° sind dann vom Punkte G aus zu je $10\frac{1}{2}^{\circ}$ nach jeder Seite der Linie f anzudeuten und durch Linien α zu beschrei-

ben. Für diese Hemmung ist eine Hebung von 45° und ein Fall von 5° angenommen. Diese 50° sind vom Punkte C aus zu je 25° nach jeder Seite der Linie f auszustecken und durch die Linien b zu beschreiben. Wenn man endlich durch die Kreuzungspunkte der Linien a und b von G und C aus Kreise zieht, so ist in deren Peripherie die Grösse für Rad und äusserer Wirkungskreis der Scheibe gefunden.

Nach diesem sind die Zähne des Rades auszuführen und zwar so zu stellen, dass derjenige Zahn, der zuerst in Wirkung treten soll, mit der Spitze an der Linie a , somit der Scheibe am nächsten, und der zweite Zahn mit 24° Entfernung von ersterem, folglich auf 3° über die zweite Linie a hinaus zu stehen kommt. Sodann hat man die Stellung des Ankers zu bestimmen. Sie kann ganz nach Belieben gewählt werden, nur darf man den Bewegungsmittelpunkt des Ankers nicht allzusehr demjenigen der Unruhe nähern, damit die Gabel nicht gar zu kurz werde. Ein ganz passendes Verhältniss wird hergestellt, wenn man den Bewegungsmittelpunkt des Ankers über den fünften Zahn, von der Scheibe an gezählt, zu bestimmen sucht.

Da der Anker bei dieser Hemmung so gestaltet sein muss, dass derselbe, wenn er nach der Seite, von der aus die Unruhe den Impuls erhalten soll, ausgelöst wird, eine Bewegung des Rades von 21° und, nach der andern Seite ausgelöst, eine Bewegung des Rades von 3° zulasse, so sind die Endpunkte der Ankerarme in einer Entfernung von einander zu bestimmen, welche 3° weniger beträgt, als die doppelte Entfernung zweier Zahnsitzen voneinander $= 45^\circ$.

Um den Anker auszuführen und seine Stellung zu bestimmen, verfähre man auf folgende Weise:

Vom Mittelpunkte G des Rades aus ziehe man eine Linie n so, dass die Spitze des vierten Zahnes (von der Scheibe an gerechnet) davon berührt werde. Hierauf ziehe man rechts von der Linie n , ebenfalls vom Punkte G aus, eine zweite Linie n , und zwar so, dass sie mit der ersten einen Winkel von 45° bildet. Alsdann sind winkelrecht durch diese Linien n die Linien m so zu ziehen, dass sie die Peripherie des Rades berühren. Dort nun, wo diese Tangenten m sich kreuzen, ist der Bewegungsmittelpunkt H des Ankers gelegen. Wenn die Entfernung der Endpunkte der Arme des Ankers von einander durch die Linien n bestimmt worden ist, ziehe man von H aus zwei Kreisbogen p so, dass sie die Linien n berühren. Hiermit ist die Bahn der Arme angedeutet. Die Ruhe, hier 5° betragend, vertheile man der Art, dass auf jeden Arm $2\frac{1}{2}^\circ$ kommen, und beschreibe sie durch Linien u . Somit ist die Länge der Arme festgestellt und diese sind dann mit der für Anker erforderlichen Neigung von 15° am Eingange und 12° am Ausgange des Ankers auszuführen, welche Neigung durch Linien k bezeichnet ist.

Um die Länge der Gabel und die Grösse der Scheibe zu bestimmen, verbinde man die Bewegungsmittelpunkte H des Ankers und C der Unruhe mit einander durch Linie d , zeichne vom Mittelpunkte H aus die 5° (welche als Ruhe angenommen worden und folglich auch für Bewegung der Gabel zur Auslösung erforderlich sind) zu je $2\frac{1}{2}^\circ$ nach jeder Seite der Linie d durch die Linien v und beschreibe vom Mittel-

punkte C der Unruhe aus die für die Auslösung erforderlichen 35° (Bewegung der Unruhe), zu je $17\frac{1}{2}^\circ$ nach jeder Seite der Linie d durch Linien w . Zieht man nun durch die Kreuzungspunkte dieser Linien v und w von C aus einen Kreis o , so ist in diesem der Wirkungskreis für den Hebelstein i gefunden. Ein von H aus durch dieselben Punkte gezogener Kreisbogen s bestimmt die Länge der Gabel.

Nun führe man die Sicherheitsrolle Y in einem verhältnissmässig so kleinen Maassstabe aus, als es die Anfertigung im Kleinen nur immerhin gestattet. Dort, wo die Peripherie jener Rolle die Linien v durchkreuzt, wird ein Kreisbogen t von H aus gezogen und dadurch die Länge des Sicherheitsmessers e bestimmt.

Endlich sind noch der Hebelstein i , der Einschnitt für den Durchgang desselben in der Gabel und die Hörner der letzteren nach den im Cap. III, Art. 1 und 3 aufgestellten Regeln auszuführen.

Nach diesem bestimme man die richtige Stellung des Hebelsteins in der Scheibe Z . Dieser muss nämlich so angebracht werden, dass er nach erfolgter Auslösung des Ankers, wozu $17\frac{1}{2}^\circ$ Bewegung der Unruhe (vom Ruhestande aus) erforderlich sind, auf 5° vor den in Wirkung tretenden Zahn vorgerückt ist.

Für die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Rades und der Unruhe von einander sind hier 60 Millimeter angenommen; demgemäss wird der Durchmesser des Rades 87 Millimeter und der der Scheibe, d. h. des äusseren Wirkungskreises des Hebelsteins, 37,4 Millimeter betragen. Die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Ankers und der Unruhe voneinander ist hier $= 87$

Millimeter, mithin wird die Gabel eine Länge von 76,5 und der Wirkungskreis des Hebelsteins i einen Durchmesser von 21,8 Millimeter erhalten. Der Durchmesser der Sicherheitsrolle ist auf 13 Millimeter festgesetzt.

b. Wirkung obiger Hemmung.

Nehmen wir an, dass die Unruhe in der Richtung des Pfeiles bewegt wird, so bewerkstelligt der Hebelstein mittels der Gabel die Auslösung des Zahnes 1. In dem Augenblicke, wo der Zahn den Anker-Arm verlässt, wird der Hebelstein in der Scheibe *Z* bis auf 5° vor den Zahn 2 vorgerückt sein und von diesem den Impuls erhalten, bis das Rad um 21° fortgeschritten und der Zahn 3 auf dem Ausgangs-Arme des Ankers in Ruhe getreten ist. Schwingt die Unruhe nun zurück, dann wird vermöge des Hebelsteins mittels der Gabel die Auslösung nach der entgegengesetzten Seite stattfinden, der Zahn 3 den Arm des Ankers verlassen, das Rad um 3° fortschreiten und der Zahn 4 auf dem Eingangsarme in Ruhe versetzt werden.

Zweiter Artikel.

Die freie Hemmung Ancre-bascule nach den vom Verfasser aufgestellten Regeln. Taf. XIX.

Taf. XIX, Fig. 1 und 2 stellen den Grundriss und das Profil dieser Hemmung dar. Ihr Princip ist der Hemmung von Robin entnommen. Auslösung und Impuls erfolgen wie bei der freien Hemmung für Chronometer, die Ruhe findet dagegen auf dem Anker statt

und zwar jederzeit auf dem Eingangsarme. Der Ausgangsarm dient, um den Anker durch das Rad nach erfolgtem Impulse desselben zurückzuführen, so dass die Ruhe auf dem Eingangsarme hergestellt werde.

Diese Hemmung hat vor der Robin'schen ursächlich der Verminderung der durch die Auslösung hervorgerufenen Reibung einigen Vorzug. Die Sicherheit ist dagegen sehr mangelhaft, da solche lediglich in Wirkung der Ruhe des Rades, wodurch der Anker zugleich vom Rade angezogen wird, hergestellt wird. Jene Sicherheit ist aber bei starken Bewegungen nicht genügend, wenn auch vorkommenden Falls, d. h. wenn in Folge von Erschütterungen eine Auslösung des Ankers herbeigeführt wird, das Fortschreiten des Rades durch die Scheibe behindert ist. Um eine zuverlässigere Sicherheit herzustellen, ist man genöthigt, eine Spiralfeder, wie bei der Hemmung mit dem Basculé (Taf. XVII) anzubringen. Dadurch gestaltet sich diese Hemmung aber wesentlich zu einer Basculé-Hemmung, weil der zweite Arm zum Zurückführen des Ankers überflüssig wird und der bedeutende Fall des Rades nach erfolgtem Impulse nur nachtheilig einwirken muss. Ich sehe daher keinen Grund, jene Hemmung als zweckmässig anzuempfehlen und stelle ihre Grundsätze nur auf, um sie dem Unkundigen vorzuführen, da diese Hemmung öfter ausgeführt wird, jedoch in noch viel mangelhafterer Construction.

a. Anweisung zum Entwurfe dieser Hemmung.

Zunächst stelle man die Bewegungsmittelpunkte *G* und *C* des Rades und der Unruhe in der für sie bestimmten Entfernung voneinander fest und verbinde

sie durch eine Linie f . In der vorliegenden Zeichnung ist die Anzahl der Zähne des Rades zu 15 angenommen, demnach ist die Entfernung zweier Zahnspitzen von einander $= \frac{360^\circ}{15} = 24^\circ$. Davon sind für den Anfall und Impuls 22° und für den Nachfall oder die Zurückführung des Ankers 2° zu rechnen. Die 22° sind vom Punkte G aus zu je 11° nach jeder Seite der Linie f durch Linien a zu beschreiben. Vom Punkte C aus sind 50° (für Fall und Hebung) zu je 25° nach jeder Seite der Linie f durch Linien b zu zeichnen, endlich durch die Kreuzungspunkte dieser Linien von G und C aus Kreise zu ziehen, woraus sich die Grössen des Rades und der Scheibe ergeben. Hierauf sind die Zähne des Rades auszuführen und zwar so zu stellen, dass der zunächst in Wirkung tretende Zahn mit der Spitze an die Linie a , somit der Scheibe am nächsten, der zweite Zahn aber mit 24° Entfernung vom ersteren, also 2° über die zweite Linie a hinauszustehen komme. Alsdann wird die Stellung des Ankers ganz nach den im ersten Artikel aufgeführten Regeln bestimmt. Der Anker muss hier so gestaltet sein, dass er nach erfolgter Auslösung eine ungehinderte Bewegung des Rades von 22° zulässt und von der noch stattfindenden Bewegung von 2° wieder in Ruhe zurückgeführt wird. Zu diesem Behufe sind die Endpunkte der Anker-Arme in einer Entfernung voneinander die 2° weniger als die doppelte Entfernung zweier Zahnspitzen des Rades voneinander beträgt, mithin in einer Entfernung $= 46^\circ$ zu bestimmen. Die Stellung des Ankers und den Bewegungsmittelpunkt desselben zu finden, wende man die im vorhergehenden Artikel aufgeführten Re-

geln an, in vorliegender Zeichnung durch die Linien n und m angedeutet. Nun führe man die Kreisbogen p und die Ruhe auf dem Eingangs-Arme zu 3° durch Linie r aus. Die Länge des Eingangs-Arms ist so gefunden und der Hebelstein mit der gewöhnlichen Neigung von 15° durch Linie k zu vollenden. Die Neigung des Ausgangs-Arms hingegen, der, wie gesagt, zum Zurückführen des Eingangs- oder Ruhearms dienen soll, muss im vorliegenden Falle 25° betragen und nach der andern Seite, abweichend von den Armen gewöhnlicher Anker, ausgeführt werden. Schliesslich ist in gerader Richtung nach dem Mittelpunkte C der Unruhe die Auslösungsfeder d anzubringen und der Hebelstein, welcher die Auslösung zu bewirken hat, in der Rolle w so zu stellen, dass die Hebefläche desselben mit der Fläche der Feder zusammentreffe.

Alsdann ist der Hebelstein in der Scheibe Z so zu stellen, dass er nach erfolgter Auslösung auf 5° vor den in Wirkung tretenden Zahn vorgerückt sein wird.

Die Entfernung des Bewegungsmittelpunktes des Rades von dem der Unruhe ist hier auf 60 Millimeter angenommen; demgemäss wird das Rad einen Durchmesser von 86 und die Scheibe einen solchen von 39 Millimeter bekommen. Der Durchmesser der Auslösungsrolle beträgt 13 Millimeter.

b. Wirkung dieser Hemmung.

Wenn die Unruhe nach der Richtung der Auslösung geführt wird und der kleine Hebelstein die Auslösung des Zahnes 1 bewirkt hat, wird der Hebelstein in der Scheibe Z bis auf 5° vor den Zahn 2 vorgerückt sein und durch diesen den Impuls erhalten. Der Zahn 3

wird alsdann auf dem Ausgangs-Arme des Ankers fallen und den Anker sogleich zurückführen, somit wird der Zahn 4 auf dem Eingangs-Arme in Ruhe versetzt.

Dritter Artikel.

Vortheile bei Anfertigung der freien Hemmung von Robin.

Bezüglich der Methoden bei Anfertigung der einzelnen Theile verweise ich auf die Artikel der Cap. V und VI, sowie auf Art. 4, Cap. X, indem die zur Anfertigung der Theile der Ankerhemmung und der freien Hemmung für Chronometer aufgestellten Regeln auch hier in Anwendung kommen.

Einige Schwierigkeiten möchten sich wohl dem Versuche entgegenstellen, den Bewegungsmittelpunkt des Ankers (bei Anfertigung dieser Hemmung) mit Sicherheit zu bestimmen, so zwar, dass das Rad in der Ruhe seine gehörige Stellung zur Scheibe einnehme. Vorausgesetzt, dass der Anker geometrisch richtig angefertigt ist, wende man folgendes Verfahren dazu an:

Nachdem die Bewegungsmittelpunkte des Rades und der Unruhe bestimmt sind, verbinde man beide durch eine Linie, suche die Grösse desjenigen Winkels, welchen die Bewegungsmittelpunkte der Unruhe und des Ankers mit dem Mittelpunkte des Rades in der Zeichnung bilden, zu ermitteln. Zu diesem Behufe diene nun Linie *l*, welche vom Mittelpunkte des Rades aus bis durch den Bewegungsmittelpunkt des Ankers gezogen ist, und Linie *f*, welche die Bewegungsmit-

telpunkte des Rades und der Unruhe mit einander verbindet. —

Diese Linien l und f bilden einen Winkel von $107\frac{1}{2}^{\circ}$. Hat man nun einen derartigen Winkel in kleinem Maassstabe angefertigt und wie die zur Anfertigung der Anker construirten Winkel mit einer Centrirspitze versehen, so centre man ihn auf dem Mittelpunkte des Rades und stelle ihn so, dass seine linke Seite mit der Verbindungslinie der Mittelpunkte des Rades und der Unruhe zusammentreffe, ziehe dann an der rechten Seite desselben eine scharfe Linie auf der Platte, auf welche, nachdem der Anker mit dem Rade im Eingriffzirkel richtig gestellt worden, der Bewegungsmittelpunkt für denselben anzudeuten ist.

Gleiche Methode ist auch bei Anfertigung der Hemmung Ancre-bascule anzuwenden.

ZWÖLFTES CAPITEL.

Die freie Hemmung mit stetiger Kraft. (Echappement à force constante). Taf. XX.

Taf. XX, Fig. 1 und 2 stellen diese Hemmung in Grundriss und Profil dar.

Die Kraft, durch welche die Unruhe in Schwingung erhalten wird, geht hier von einer mittels eines Armes direkt auf den Hebel der Unruhe wirkenden Spiralfeder aus, wovon die Folge ist, dass die Kraft immerfort eine stetige ist. Die Kraft des Räderwerkes dient um die Spiralfeder, nachdem sie ihre Wirkung vollendet hat, wieder anzuspannen.

Angenommen, die Unruhe werde in der Richtung des Pfeiles in Bewegung gesetzt, so wird dieselbe nach erfolgter Auslösung des Ankers den Impuls durch die Spiralfeder *S* vermittelt des Armes *h* erhalten und beim Zurückschwingen der Unruhe, wobei die Auslösung nach der andern Seite geschieht, die Spiralfeder durch das Gangrad vermöge des Armes *u* wieder angespannt werden. Diese Hemmung hat man bisher mit einer Ruhe von 8° ausgeführt, wonach also zur Auslösung des Ankers eine Bewegung der Gabel von

8° erforderlich sein würde, und um diese 8° Führung der Gabel zu erzielen, hat man den Hebelstein so angebracht, dass seine Bewegung 50° betrug. Da aber die durch die Berührung des Hebelsteins mit der Gabel entstehende Reibung lediglich von der Unruhe zu überwinden ist und solche, falls sie nach erhaltenem Impuls zurückschwingt und die Auslösung bewirken soll, vermehrte Kraft nöthig hat, weil das Rad mit seiner ganzen Kraft auf dem Ausgangsarme des Ankers ruht, während bei der Auslösung in der Richtung des Pfeils der Druck des Rades um die Kraft der angespannten Spiralfeder vermindert wird, so ist leicht einzusehen, dass bei einer solchen Vertheilung der Kräfte die Schwingungen der Unruhe bedeutend gehemmt werden müssen.

Um die bei der Auslösung entstehende Reibung und die zur Auslösung erforderliche Kraft zu vermindern, habe ich für die in Rede stehende Hemmung nur 5° für die Ruhe und 35° für die zur Auslösung erforderliche Bewegung des Hebelsteins *i* festgestellt. Dadurch werden die Schwingungen der Unruhe um ein Beträchtliches freier, mithin die Hemmung selbst brauchbarer gemacht. Immerhin ist jedoch eine beträchtliche Kraft des Räderwerkes erforderlich, um diejenige Kraft, welche die Unruhe durch die impulsgebende Spiralfeder erhalten muss, mit Sicherheit zu überwinden.

Obgleich ich diese Hemmung nicht für zweckmässig erachte, so habe ich in Nachfolgendem dennoch die Grundsätze behufs ihrer Construction aufgestellt.

Erster Artikel.

a. Anweisung zum Entwurfe der freien Hemmung mit stetiger Kraft.

Man bestimme zuvörderst die Grösse des Rades und die Anzahl der Zähne die es haben soll. In vorliegender Zeichnung ist die Zahl der Zähne zu 15, und der Rad-durchmesser zu 80 Millimeter angenommen. Der Anker muss hier so gestaltet sein, dass er nach der einen Seite ausgelöst 22° und nach der andern Seite ausgelöst 2° Bewegung des Rades zulässt. Zu diesem Zwecke sind die Endpunkte der Ankerarme in einer Entfernung von einander zu bestimmen, welche 2° mehr beträgt als die doppelte Entfernung zweier Zahnsitzen des Rades von einander $= 50^{\circ}$. Um den Anker auszuführen und seine Stellung zu bestimmen, verfähre man folgendermaassen:

Vom Mittelpunkte G des Rades aus ziehe man eine Linie n so, dass sie die Spitze eines Zahnes berühre, nach rechts ebenfalls eine zweite Linie n vom Mittelpunkte G aus, so zwar, dass sie mit der ersten Linie einen Winkel von 50° beschreibe, winkelrecht auf die Linien n endlich zwei Linien m der Art, dass sie die Peripherie des Rades berühren. Dort, wo diese Tangenten m sich kreuzen, ist der Bewegungsmittelpunkt H des Ankers gefunden.

Da die Entfernung der Endpunkte der Ankerarme von einander durch die Linien n bestimmt wurde, ziehe man von H aus zwei Kreisbogen p derart, dass sie die Linien n berühren. Dadurch ergibt sich die Bahn der Ankerarme. Die Ruhe des Ankers, hier

5° betragend, vertheile man mit $2\frac{1}{2}^{\circ}$ für jeden Ankerarm, wodurch die Länge derselben sich bestimmt. Letztere sind dann mit der für Anker erforderlichen Neigung von 15° und 12° auszuführen.

Man bestimme hierauf den Bewegungsmittelpunkt der Unruhe, dessen Entfernung vom Bewegungsmittelpunkte des Ankers gleich dem Durchmesser des Rades anzunehmen ist. Zu diesem Zwecke ziehe man vom Mittelpunkte G des Rades aus eine Linie l so, dass sie den Bewegungsmittelpunkt H des Ankers schneide, zur Linken der Linie l nach dem Punkte H eine Linie d so, dass sie mit der Linie l einen Winkel von 78° beschreibe; dann wird der Bewegungsmittelpunkt der Unruhe in C gefunden werden. Hierauf steche man von H aus die 5° für die zur Auslösung erforderliche Bewegung der Gabel zu je $2\frac{1}{2}^{\circ}$ nach jeder Seite der Linie d aus und beschreibe sie durch Linien v . Ebenso sind vom Mittelpunkte C der Unruhe aus die zur Auslösung angenommenen 35°, zu je $17\frac{1}{2}^{\circ}$ nach jeder Seite der Linie d durch Linien c zu beschreiben. Zieht man nun durch die Kreuzungspunkte dieser Linien v und c von C aus einen Kreis und von H aus einen Kreisbogen, so ist dadurch der Wirkungskreis des Hebelsteins i und die Länge der Gabel gegeben. Den Bewegungsmittelpunkt für das Kreuz, wovon der eine Arm zur Anspannung der Spiralfeder der andere aber zur Wirkung auf den Hebelstein der Unruhe dienen soll und eine Bewegung von 30° machen muss, zu finden, ziehe man vom Mittelpunkte G des Rades aus eine Linie w so, dass sie die Spitze des vierten Zahnes (vom Anker an gerechnet) berühre. Ursächlich der Construction des Ankers

ergibt sich in Folge der Auslösung nach der einen Seite hin 22° Bewegung des Rades und sind diese 22° vom Mittelpunkte G des Rades aus nach links von der Linie w , welche an der Spitze des vierten Zahnes gezogen wurde, mittels einer zweiten Linie w zu beschreiben. Die Hauptbewegung des Rades, wodurch die Spiralfeder angespannt werden soll, beträgt mithin 22° , und da die Bewegung des vermittelnden Armes u 30° betragen soll, so finden wir die Länge des letzteren, wenn wir den Halbmesser des Rades $= 40$ Millimeter als Hebel betrachten, diesen mit seiner Bewegung $= 22^\circ$ multipliciren und das Produkt durch die Hebelbewegung $= 30^\circ$ dividiren. Demnach wird die Länge des Armes $= 22^\circ \times 40 = 880 : 30^\circ = 29,33$ Millimeter sein.

Diese 29,33 Millimeter sind nun von der Peripherie des Rades ab, da wo die Linien w dieselbe durchschneiden, abzumessen und durch einen Punkt f anzudeuten. In diesem ist der Bewegungsmittelpunkt des Kreuzes gefunden. Von hier aus sind dann die 30° durch Linien s zu beschreiben und der zur Anspannung dienende Arm u , für welchen eine Länge von 29,33 Millimeter bestimmt worden ist, in einer Länge bis auf 30 Millimeter auszuführen, damit derselbe den Zahn des Rades erst während der 2° Bewegung desselben verlasse. Nach diesem sind nun die Bewegungsmittelpunkte f und C des Kreuzes und der Unruhe durch eine Linie t zu verbinden und vom Punkte f aus 30° für die Bewegung des Kreuzes zu je 15° nach jeder Seite der Linie t durch Linien a zu beschreiben. Für die vorliegende Hemmung möge eine Hebung von 40° nebst einem Falle von 5° , zu-

sammen $= 45^\circ$ angenommen werden. Diese 45° sind vom Punkte C aus zu je $22\frac{1}{2}^\circ$ nach jeder Seite der Linie t durch Linien b zu beschreiben. Zieht man nun durch die Kreuzungspunkte der Linien a und b von C aus einen Kreis und von f aus einen Kreisbogen, so ist damit der äussere Wirkungskreis für den Hebel der Unruhe und die Länge für den impulsgebenden Arm h festgestellt. Schliesslich ist das Ende am Arme h mit 25° Neigung auszuführen, damit es eine Stellung, ähnlich der eines Radzahnes einnehme. Der Hebelstein in der Scheibe Z ist dann so zu stellen, dass er nach erfolgter Auslösung, wozu hier $17\frac{1}{2}^\circ$ Bewegung der Unruhe erforderlich sind, auf 5° vor den in Wirkung tretenden Arm h vorgerückt sein wird.

Das Ende Y des Kreuzes dient, um dessen Gleichgewicht herzustellen.

Fig. 2 zeigt das Profil dieser Hemmung in verhältnissmässiger Grösse zum Grundrisse.

Fig. 3 stellt das Profil der Spiralfeder S , der Spiralarolle v' und des Spiralklößchens D dar.

b. Die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte von einander und die Grösse der Hebel der freien Hemmung mit stetiger Kraft.

Der Durchmesser des Rades ist hier $= 80$ Millimeter angenommen. Die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Rades und Kreuzes voneinander beträgt $67,8$ Millimeter, sonach wird der Hebel eine Länge von 30 Millimeter bekommen. Die Entfernung des Bewegungsmittelpunktes der Unruhe von dem des Ankers ist gleich dem Durchmesser des Rades, also auf 80 Millimeter angesetzt, mithin wird die Gabel

eine Länge von 70,5 Millimeter und der Wirkungskreis des Hebelsteins i einen Durchmesser von 20 Millimeter erhalten. Die Entfernung des Bewegungsmittelpunktes der Unruhe von dem des Kreuzes beträgt 50 Millimeter, somit wird der Durchmesser des äussern Wirkungskreises des Hebelsteins der Scheibe Z 42,2 Millimeter und die Länge des Armes h 31,1 Millimeter betragen.

c. Wirkung der freien Hemmung mit stetiger Kraft.

Setzt man die Unruhe in der Richtung des Pfeiles in Bewegung, so wird nach erfolgter $17\frac{1}{2}^{\circ}$ Bewegung die Auslösung des Zahnes 1 stattfinden, und der Hebelstein der Scheibe Z bis auf 5° vor den in Wirkung tretenden Arm h vorgerückt sein. Sobald dieser Zahn den Hebelarm des Ankers verlässt, wird das Rad um 2° fortschreiten, bis Zahn 2 auf dem andern Ankerarme in Ruhe tritt. Während der Fortbewegung des Rades wird der Arm u Zahn 3 verlassen und der Arm h sodann auf den Hebelstein der Unruhe den Impuls ausüben. Beim Zurückschwingen der Unruhe wird der Zahn 2 ausgelöst und Zahn 4 sofort den Arm u zurückheben, in Folge davon die Spiralfeder angespannt wird. Zahn 5 wird hiernach auf den Eingangsarm des Ankers in Ruhe versetzt.

Zweiter Artikel.

Vortheile bei der Anfertigung der freien Hemmung mit stetiger Kraft.

Nachdem die Bewegungsmittelpunkte des Rades und der Unruhe in der aus der Zeichnung zu entnehmenden Entfernung von einander festgestellt und Anker, Gabel und Scheibe strenge nach den gegebenen Regeln ausgeführt worden sind, muss die Gabel mit der Scheibe so in dem Eingriffzirkel zusammengestellt werden, dass sie bei der Durchführung des Hebelsteins 5° Bewegung macht. Ist dies geschehen, so wird vom Mittelpunkte der Unruhe aus in der Richtung des für den Bewegungsmittelpunkt des Ankers bestimmten Platzes ein Bogen vorgezeichnet, dann der Anker mit dem Rade im Eingriffzirkel richtig gestellt, nämlich so, dass der Anker beim Durchführen des Rades 5° Bewegung macht, und endlich vom Mittelpunkte des Rades aus ein Punkt in dem vorher gemachten Bogen angedeutet, worin der Bewegungsmittelpunkt des Ankers gefunden ist.

Um den Bewegungsmittelpunkt für das Kreuz zu finden, suche man die Grösse desjenigen Winkels, den die Bewegungsmittelpunkte des Ankers und des Kreuzes mit dem Mittelpunkte des Rades in der Zeichnung beschreiben, zu ermitteln, wozu die Linie *l*, welche vom Mittelpunkte des Rades aus bis durch den Bewegungsmittelpunkt des Ankers gezogen ist, dient, sowie die Linie *O*, wodurch die Bewegungsmittelpunkte des Kreuzes und der Unruhe mit einander verbunden worden. Diese beiden Linien *l* und *O* bilden mitein-

ander einen Winkel von 108° , wonach ein Solcher im kleinen Maassstabe angefertigt und mit einer Centrirspitze versehen werden muss. Ist dies geschehen, verbinde man den Bewegungsmittelpunkt des Ankers mit dem des Rades durch eine Linie, centre den Winkel auf dem Mittelpunkte des Rades und stelle ihn so, dass seine linke Seite mit der Verbindungslinie übereinstimme. Dann ziehe man an der rechten Seite eine scharfe Linie auf die Platte und ist auf dieser endlich der Bewegungsmittelpunkt für das Kreuz in der verhältnissmässigen Entfernung vom Mittelpunkte des Rades festzustellen.

Schliesslich wird die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Kreuzes und der Unruhe gemessen, wornach die Länge des Armes h und die Grösse des äussern Wirkungskreises des Hebelsteins genau zu bestimmen ist. Die Spiralfeder ist je nach Bedürfniss der erforderlichen Kraft auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Umgang anzuspannen.

DREIZEHNTES CAPITEL.

Die freie Hemmung mit stetiger Kraft und Auslösung (Echappement à force et dégagement constants), neu vom Verfasser construirt, so dass sie für Taschen-Chronometer anwendbar ist. Taf. XXI.

Taf. XXI, Fig. 1 und 2 stellen diese Hemmung in Grundriss und Profil dar. Die Kraft, welche die Unruhe in Schwingung erhält, geht hier, wie bei vorhergehender Hemmung (Taf. XX) von einer Spiralfeder aus. Sie wird im Verlaufe ihrer Wirkung zugleich die Auslösung des Rades *Y* bewerkstelligen und dann durch die Kraft des Rades *T* mittels des Armes *q* sofort wieder angespannt werden.

Die Ruhe des Rades *Y* findet auf dem Ruhesteine *u* des Schwengels *M*, dessen Bewegungsmittelpunkt in *r* ist, statt, und diejenige des Armes *t* des Kreuzes der angespannten Spiralfeder *F* auf dem Ruhesteine des Schwengels *S*, dessen Bewegungsmittelpunkt in *B* ist.

Das Verhältniss der Grösse der Räder zu einander ist hier so gewählt, dass die Auslösung möglichst wenig Kraft in Anspruch nimmt und die zur Anspannung

der Spiralfeder zu verwendende Kraft ausreicht, um die für den Impuls auf die Unruhe und zur Auslösung erforderliche Gegenkraft sicher zu überwinden. Zu diesem Zwecke habe ich dem Ruherade einen möglichst grossen und dem Anspannrade einen möglichst kleinen Durchmesser gegeben. Ihre Grössen verhalten sich zu einander wie 5 zu 3. Auf solche Weise ergibt sich für das Heberad $\frac{2}{5}$ an Kraft mehr, als für das Ruherad und die Auslösung des letzteren wird bedeutend erleichtert.

Die Sicherheit habe ich dadurch hergestellt, dass ich auf der Achse des Kreuzes eine Rolle s' anbrachte, in deren Peripherie sich eine Hohlung befindet. Siehe Fig. 3. Diese Rolle ist auf der Achse so hoch angebracht, dass sie über den Schwengel M zu stehen kommt, in letzterem aber ein halbrunder Stift befestigt, der, wenn das Kreuz aufgezogen ist, von der Peripherie der Rolle s' nicht sehr weit entfernt zu stehen kommt. In Folge davon ist die Auslösung des Rades geschlossen und unmöglich gemacht. Diese wird nicht eher stattfinden können, als bis das Kreuz ausgelöst ist und seine Wirkung von 20° Bewegung vollendet hat. Während dieser Zeit wird die Rolle ebenfalls 20° geführt worden sein, so dass nun, wenn der Arm g' den Schwengel M zur Auslösung bewegt, der Sicherheitsstift sich in der Hohlung der Rolle s' zu bewegen vermag. Sowie der Zahn den Ruhestein u verlassen hat, wird der Arm g' zurückgeführt und die Feder n wird sofort den Schwengel M in seine ruhende Lage zurückbringen.

Erster Artikel.*a.* Anweisung zum Entwurfe dieser Hemmung.

Man bestimme zuvörderst den Bewegungsmittelpunkt für die Räder und stelle ihre Grösse, sowie die Zähnezahl fest.

In vorliegender Zeichnung ist der Durchmesser des Ruherades Y zu 100 Millimeter und derjenige des Heberades T nach dem Verhältnisse 5:3 zu 60 Millimeter angenommen. Die Anzahl der Zähne ist auf 15 festgestellt.

Für die Zahl der Zähne der Räder, zu 15 angenommen, ergibt sich die Entfernung zweier Zahnsitzen voneinander $= \frac{360^\circ}{15} = 24^\circ$. Von diesen 24° , um

welche sich das Rad nach jedesmaliger Auslösung fortbewegen wird, dienen für das Heberad $\frac{1}{2}^\circ$ für den Anfall des Zahnes auf den Hebel, 22° für die Anspannung der Spiralfeder und $1\frac{1}{2}^\circ$ für die Zahnsitze und den Nachfall. Um diese Eintheilung auszuführen, ziehe man vom Mittelpunkte G der Räder aus eine Linie a bis über die Peripherie des Heberades hinaus und darauf von dieser Linie (ebenfalls vom Punkte G aus) nach rechts eine zweite Linie a so, dass sie mit der erstern einen Winkel von 22° beschreibe, führe dann die Zähne des Rades aus und richte ihre Stellung so ein, dass die Spitze eines Zahnes auf $\frac{1}{2}^\circ$ vor der ersten Linie a , folglich die Spitze des darauf folgenden Zahnes mit 24° Entfernung vom ersteren auf $1\frac{1}{2}^\circ$ über die zweite Linie a hinaus zu stehen komme.

Man bestimme hiernächst den Bewegungsmittelpunkt für das Kreuz der impulsgebenden Spiralfeder. Zu diesem Behufe ziehe man vom Mittelpunkte G des Rades aus, nach rechts von der ersten Linie a eine Linie f so, dass sie mit der Linie a einen Winkel von $8\frac{1}{2}^\circ$ beschreibe.

Die zum Anspannen der Spiralfeder dienende Bewegung des Rades beträgt 22° . Da aber die Bewegung des vermittelnden Armes q 20° betragen soll, so finden wir die Länge des letzteren, wenn wir die Länge des ersteren (den Halbmesser des Rades) $= 30$ Millimeter, mit seiner Bewegung von 22° multipliciren und das Produkt durch die Zahl der Bewegung des Kreuzes $= 20^\circ$ dividiren. Darnach wird die Länge des Armes $q = 22^\circ \times 30 = 660 : 20^\circ = 33$ Millimeter sein. Diese Länge von 33 Millimeter ist nun von der Peripherie des Rades ab, da wo die zweite Linie a dieselbe durchschneidet, abzumessen, und durch einen Punkt C auf der Linie f anzudeuten. In diesem ist der Bewegungsmittelpunkt des Kreuzes gefunden. Von hier aus sind dann die 20° durch die Linien b zu beschreiben.

Ist Voriges geschehen, so ist der Bewegungsmittelpunkt für die Unruhe, dessen Entfernung vom Bewegungsmittelpunkte des Kreuzes 50 Millimeter betragen soll, zu bestimmen, und zwar wie folgt:

Vom Mittelpunkte C des Kreuzes aus ziehe man zur Linken der Linie f eine Linie v der Art, dass diese mit der Linie f einen Winkel von 154° beschreibt. Auf der Linie v ist dann in einer Entfernung von 50 Millimeter vom Bewegungsmittelpunkte C

aus ein Punkt i anzudeuten, in welchem der Bewegungsmittelpunkt der Unruhe gefunden ist.

Alsdann sind vom Bewegungsmittelpunkte C des Kreuzes aus die für die Bewegung desselben angenommenen 20° zu je 10° nach jeder Seite der Linie v durch Linien d zu beschreiben. Ferner ist für diese Hemmung eine Hebung von 40° und ein Fall von 5° anzunehmen, zusammen 45° , und diese 45° endlich vom Bewegungsmittelpunkte i der Unruhe aus, zu je $22\frac{1}{2}^\circ$, nach jeder Seite der Linie v durch Linien e zu beschreiben. Zieht man nun durch die Kreuzungspunkte dieser Linien d und e vom Punkte i aus einen Kreis und vom Punkte C aus einen Kreisbogen, so ist darin die Grösse für den äusseren Wirkungskreis des Hebelsteins der Scheibe Z und die Länge für den impulsgebenden Arm s des Kreuzes gefunden. Hierauf werde das Ende des Armes s mit 25° Neigung gleich der Stellung des Zahnes eines Gangrades ausgeführt.

Entsprechend diesem Verhältnisse der Entfernung der Bewegungsmittelpunkte des Kreuzes und der Unruhe voneinander $= 50$ Millimeter und der angenommenen Hebung $= 40^\circ$ wird der äussere Wirkungskreis für den Hebel der Unruhe einen Durchmesser von 32 und der Arm s eine Länge von 35,7 Millimeter erhalten. Man bestimme nun den richtigen Platz für den Ruhestein und den Bewegungsmittelpunkt des Schwengels S . Um eine passende Stellung dieses Schwengels zu erhalten, wähle man für den Mittelpunkt des Ruhesteines eine Entfernung $= 41$ Millimeter vom Bewegungsmittelpunkte C des Kreuzes aus und stelle den Ruhestein so, dass er von C aus mit der Linie v einen Winkel

von 44° bilde, der durch die Linie w zu beschreiben ist, ziehe dann vom Mittelpunkte des Ruhesteines winkelrecht auf die Linie w eine Linie, auf welcher nun in einer der Grösse der Unruhe entsprechenden Entfernung von ihrem Mittelpunkte der Bewegungsmittelpunkt B für den Schwengel S festzustellen ist, und führe den Arm t , durch den die Ruhe des Kreuzes hergestellt wird, mit 25° Neigung aus. Dieser Arm t bekommt für die Entfernung des Mittelpunktes des Ruhesteines vom Bewegungsmittelpunkte C des Kreuzes $= 41$ Millimeter eine Länge von 40 Millimeter, falls der Ruhestein einen Durchmesser von 4 Millimeter erhalten hat. Ist dies geschehen, so ist die Auslösefeder O und der kleine die Auslösung bewirkende Hebelstein so auszuführen, dass ihre Flächen, welche bei der Auslösung zusammentreffen, in gerader Richtung nach dem Mittelpunkte der Unruhe zeigen. Der Hebelstein in der Scheibe Z ist dann so zu stellen, dass wenn die Auslösung erfolgt, er bis auf 5° vor den in Wirkung tretenden Arm s vorgerückt sein wird.

Schliesslich ist der Schwengel M , der Arm g' des Kreuzes und die Sicherheit herzustellen.

Den Schwengel M bringe man so an, dass dessen Bewegungsmittelpunkt r mit dem Mittelpunkte G des Rades zu der Ruhe einen rechten Winkel bilde. Der Arm g' , wodurch die Auslösung des Schwengels M bewirkt werden soll, ist zur Spitze des in Ruhe stehenden Zahnes in einen Winkel von 20° zu stellen, damit nach geschehener Bewegung des Kreuzes die Auslösung stattfinden kann.

Die Sicherheit hat man folgendermaassen auszuführen:

Auf der Achse des Kreuzes bringe man eine Rolle s' an, und zwar so hoch, dass sie über den Schwengel M hervorstehe. Diese Rolle muss so gross sein, dass ihr Umfang in geringe Entfernung von dem im Schwengel M angebrachten halbrunden Stifte zu stehen komme. In der Rolle mache man eine Hohlung der Art, dass sie nach vollendeter Wirkung des Kreuzes, wenn der Arm g' den Schwengel M auslösen wird, sich über dem Sicherheitsstift des Schwengels befinde, damit die Auslösung ungehindert vor sich gehen kann. Die Rolle wird hier einen Durchmesser von 14 Millimeter erhalten.

In Fig. 3 ist diese Sicherheit, wodurch die Auslösung des Schwengels M während der Ruhe des Kreuzes unmöglich gemacht wird, deutlicher veranschaulicht.

Das Profil dieser Hemmung, in Fig. 2 dargestellt, ist streng in verhältnissmässiger Grösse zum Grundrisse ausgeführt.

b. Wirkung dieser Hemmung.

Wird die Unruhe nach der Richtung in Bewegung gesetzt, nach welcher die Auslösung stattfinden soll, so wird der kleine Hebelstein, welcher auf die Auslösungsfeder O zu wirken anfängt, den Schwengel S zurückheben und die Auslösung des Armes t bewirken. Als dann wird auch der grosse Hebelstein bis auf 5° vor den wirkenden Arm s des Kreuzes vorgerückt sein und von diesem durch die Kraft der angespannten Spiralfeder den Impuls erhalten. Nachdem der Arm s auf den Hebelstein ausgewirkt hat, wird der Arm g' des Kreuzes an den

Ruhestein u des Schwengels M gelangt sein und denselben so weit gehoben haben, dass die Auslösung des Zahnes 1 des Rades Y erfolgt, worauf sofort Zahn 2 des Rades T mit $\frac{1}{2}^{\circ}$ Fall auf den Hebelstein des Armes q fallen und diesen Arm soweit zurückheben wird, bis der Arm t wieder vor den Ruhestein des Schwengels S geführt ist, wodurch die Spiralfeder aufs Neue angespannt wird. Dann wird der Arm q vom Zahne abfallen und Zahn 3 des Rades Y auf den Ruhestein u des Schwengels M in Ruhe versetzt werden. Beim Zurückschwingen der Unruhe wird der kleine Hebelstein nur die Auslösungsfeder O berühren.

Zweiter Artikel.

Vortheile bei der Anfertigung der freien Hemmung mit stetiger Kraft und Auslösung.

Soll obige Hemmung in sechs- oder achtfach verkleinertem Maassstabe der vorliegenden Zeichnung ausgeführt werden, so ist zuerst die Entfernung der Bewegungsmittelpunkte der Unruhe und des Rades von einander (welche in der Zeichnung = 108,6 Millimeter ist), in dem angenommenen Verhältnisse zu verkleinern und auf die Platine zu übertragen. Alsdann ist der Bewegungsmittelpunkt für das Kreuz zu bestimmen, welcher folgendermaassen gefunden wird:

In der Zeichnung beträgt die Entfernung des Bewegungsmittelpunktes des Rades von dem des Kreuzes 61,4 Millimeter und die Entfernung des Bewegungsmittelpunktes des Kreuzes von dem der Unruhe 50 Millimeter. Diese Entfernungen sind nach dem zu

fertigenden Grössenverhältnisse zu reduciren und von den Mittelpunkten des Rades und der Unruhe aus durch Kreisbogen anzudeuten, wo dann in dem Kreuzungspunkte der Bewegungsmittelpunkt des Kreuzes gefunden ist.

Den richtigen Platz für den Ruhestein und den Bewegungsmittelpunkt des Schwengels *S* zu bestimmen, verbinde man die Bewegungsmittelpunkte des Kreuzes und der Unruhe durch eine Linie und bediene sich eines Winkels von 44° (in der Zeichnung durch Linien *v* und *w* beschrieben). Diesen Winkel centre man auf dem Mittelpunkte des Kreuzes und lege ihn so, dass seine linke Seite mit der Verbindungslinie übereinstimme und reisse auf der andern Seite derselben eine Linie auf der Platte. Auf dieser Linie ist in der durch die Zeichnung bestimmten Entfernung vom Bewegungsmittelpunkte des Kreuzes der Punkt für den Ruhestein des Schwengels anzudeuten. Hierauf ziehe man von diesem Punkte aus, winkelrecht zur Linie *w* eine Linie, auf welcher nach Verhältniss der Grösse der Unruhe der Bewegungsmittelpunkt für den Schwengel zu bestimmen ist. Endlich ist noch der Bewegungsmittelpunkt für den Schwengel *M* festzustellen. Derselbe wird wie folgt gefunden:

Man ziehe vom Mittelpunkte des Rades aus eine Linie durch den Punkt von dessen Peripherie, wo der Ruhepunkt hingelegt werden soll, und deute letzteren an. Von diesem Punkte aus ziehe man nun winkelrecht zu der gezogenen Linie eine zweite Linie. Auf letzterer ist nun der Bewegungsmittelpunkt für den Schwengel festzustellen.

Die den Schwengeln in Ruhe zurückführenden

Federn (in der Zeichnung mit h und n bezeichnet) sind, wie die Auslösungsfeder O von Gold anzufertigen.

Die impulsgebende Spiralfeder ist je nach Bedürfniss der erforderlichen Kraft auf $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}^0$ Umgang anzuspannen.

Was die Methoden bei Anfertigung der verschiedenen Theile anbetrifft, so verweise ich zurück auf Art. 4, Cap. X, worin die erforderlichen Regeln aufgestellt wurden.

Anmerkung.

Bei dieser Hemmung können statt zweier Schwengel auch zwei Hemmungsfedern angewendet werden, wodurch sich in mancher Beziehung Arbeit ersparen lässt. Da aber die Ausführung mit Federn schon eine geschicktere Hand verlangt und Federn auch leichter zerbrechlich sind, so habe ich auf Grund dieser Erwägungen die Hemmung mit Schwengel construiert.

VIERZEHNTE CAPITEL.

Die Vorbereitung zum Schneiden der Hemmungsräder, die Art und Weise die verschiedenen Räder zu schneiden und die Methoden bei Anfertigung der zum Schneiden der Hemmungsräder erforderlichen Fraisen.

a. Vorbereitung zum Schneiden der Hemmungsräder.

Die erste Bedingung beim Schneiden der Räder ist, dass man das Rad auf der Maschine so befestigt, dass es sich unter der Bearbeitung weder drehen noch an irgend einer Stelle vibriren kann, ferner dass es auf den in der Mitte des Futter's befindlichen Stift genau passt.

Am besten eignen sich zur Befestigung der Räder die Futter, welche mit Deckplatten versehen sind, die mittelst 4 oder 5 Schrauben (je nach der Anzahl der Schenkel des Rades) aufgeschraubt werden können. Taf. XXII, Fig. 12 zeigt ein derartiges grosses Futter nebst Deckplatte mit 5 Schrauben, und Fig. 13 ein kleines Futter nebst Deckplatte mit 4 Schrauben. Beide Futter sind in natürlicher Grösse gezeichnet.

Das Rad ist nun genau auf den cylindrischen Stift *a* aufzupassen und dann die Deckplatte aufzuschrauben.

Die Grösse solcher Futter muss so gewählt werden, dass der Grund der Zähne ein wenig vorzustehen kommt.

b. Das Schneiden des Steigerades zu der Ankerhemmung (Graham) zu Regulateuren.

Ist das Rad nach angegebener Weise auf der Maschine befestigt worden, so sind zuerst die geraden Schnitte *a*, *b*, *c*, *d*, Taf. XXII, Fig. 14 mittelst der Fraise Fig. 15 einzufraisen und dann die hinteren Hohlungen *e* *f* zu schneiden. Hierzu bediene man sich einer Fraise, wie Fig. 16 darstellt. Um die Neigung der Zähne beim Schneiden des Rades zu bestimmen, richte man die Fraise so, dass die vordere Fläche des Zahnes die Richtung zwischen den 14. und 15. Zahn, nach rückwärts gezählt, nimmt. Die Figuren sind in Naturgrösse gezeichnet.

c. Das Schneiden des Ankerrades mit spitzen Zähnen zu Taschenuhren.

Taf. XXII, Fig. 17 zeigt ein solches Rad in vergrössertem Maassstabe. Die Schnitte *a*, *b*, *c*, *d* werden mittelst einer Fraise, wie sie in Fig. 18 dargestellt ist, eingefraist. Sie ist an der schrägen Seite, wie oben über mit Zähnen zu versehen und kann mit Vortheil aus zwei Platten angefertigt werden.

Die Richtung der vorderen Fläche des Zahnes ist über $6\frac{1}{5}$ Zahn, nach rückwärts gezählt, zu geben.

d. Das Schneiden des Ankerrades mit abge-
schrägten Zähnen zu Taschenuhren.

Die Fraisen, deren man sich zum Schneiden dieses Rades zu bedienen hat, können auf verschiedene Art construirt werden. Man kann dieselben unter Anderm so ausführen, dass die Zähne durch einmaliges Rundschneiden ganz vollendet werden. Doch diese Art Fraisen auszuführen ist mit ziemlicher Schwierigkeit verbunden. Ich empfehle daher eine etwas leichter auszuführende Methode, mit deren Hülfe man durch zweimaliges Rundschneiden die Zähne vollendet. Fig. 20, Taf. XXII zeigt eine solche Fraise, vermittelt welcher die Schnitte *a*, *b* des Rades, wie Fig. 19 darstellt, eingefraist werden. Diese Fraise ist aus zwei Platten angefertigt, wovon die eine den Grund und die vordere Fläche des Zahnes, und die andere die Hohlung oder den Rücken des vom ersteren entfernten zweiten Zahnes schneidet. Nach dieser Arbeit wird mit einer Fraise, wie sie Fig. 21 darstellt, die Neigung *e f* der Zähne geschnitten. Diese müssen ihre Richtung über $2\frac{1}{2}$ Zahn, nach vorwärts gezählt, nehmen. Die Richtung der vorderen Fläche der Zähne dieses Rades ist über die hintere Spitze des 6. Zahnes, nach rückwärts gezählt, zu bestimmen. Die Figuren sind in vergrössertem Maassstabe gezeichnet.

e. Das Schneiden des Duplexrades.

Wenn eine Scheibe für das Rad (in der Form wie sie Fig. 22, Taf. XXII darstellt) ausgedreht ist, wird sie auf ein Futter der Maschine befestigt, und die Schnitte für die Zähne des Ruherades mittels einer

Fraise wie Fig. 26 zeigt, eingefraist. Um die Zähne zu vollenden, ist es nothwendig, für jeden Zahn drei Schnitte zu machen: Erstens den Schnitt *a* (siehe Fig. 23), zweitens den Schnitt *b* (siehe Fig. 24) und drittens den Schnitt *c* (siehe Fig. 25). Beim letztern Schnitte *c*, wodurch die vordere Fläche des Zahnes bestimmt wird, ist zu beachten, dass jene Fläche ihre Richtung genau nach dem Centrum des Rades nehme.

Hiernach wird das Rad auf ein anderes Futter, dessen cylindrische Spitze am Ende mit einem Schraubengewinde versehen ist, mittelst einer kleinen Schraubenmutter festgeschraubt. Zur vollkommenen Befestigung erwärmt man dann das Futter und lässt allenthalben an den Boden des Rades Schelllack beifliessen. Hierauf zeichne man auf den erhaben stehenden Reif, aus dem das Impulsrad gebildet werden soll, eine Stelle an, wo hinan die Spitze des Zahnes kommen muss. Die Spitzen der Zähne des Impulsrades müssen nämlich genau in die Mitte zwischen diejenigen des Ruherades in der Richtung nach dem Centrum des letzteren fallen. Ist solches genau angedeutet, richtet man eine Fraise, ähnlich der in Fig. 26 dargestellten, senkrecht über den Reif des Rades so, dass diejenige Seite der Fraise, welche die vordere Fläche des Zahnes schneiden soll, von der für die Spitze des Zahnes angedeuteten Stelle aus ihre Richtung über die Mitte zwischen den 6. und 7. Zahn des Ruherades, nach rückwärts gezählt, nimmt, worauf alsdann die Fraise senkrecht so tief geführt wird, dass der Grund des Reifes die Dicke der Ruhezähne erhalte. Nachdem dieser Schnitt für alle Zähne gemacht worden ist, wird die Fraise in einer andern

Richtung so gestellt, dass eine angemessene Stärke des Zahnes hervorgeht. Durch den zweiten Schnitt werden demnach die Zähne wie *d*, *e*, *f*, *g*, Fig. 25 zeigt, vollendet werden.

Die Figuren sind in vergrössertem Maassstabe gezeichnet.

f. Das Schneiden des Hemmungsrades zu Chronometern.

Die Fraise, deren man sich zum Schneiden des Rades bedient, ist mit Vorthail aus zwei Platten anzufertigen, so zwar, dass die eine den Grund und die vordere Fläche und die andere den Rücken des Zahnes schneidet. Taf. XXII, Fig. 27 stellt ein solches Rad in vergrössertem Maassstabe dar, worin die Schnitte *a*, *b*, *c*, *d* mit einer Fraise, wie Fig. 28 (ebenfalls in vergrössertem Maassstabe) dargestellt, angebracht werden. Beim Schneiden muss die Fraise so gestellt sein, dass die vordere Fläche des Zahnes ihre Richtung über $6\frac{1}{3}$ Zahn, nach rückwärts gezählt, nimmt.

g. Anfertigung der zum Schneiden der Hemmungsräder erforderlichen Fraisen.

Wenn der Stahl, woraus Fraisen gemacht werden sollen, nach der im Vorcapitel angegebenen Methode vorbereitet worden ist, sind die Stücke in erforderlicher Grösse ungefähr rund zu feilen, dann ist das Loch in der Mitte durchzubohren, so dass es noch ein wenig kleiner ist, als die Stärke der Spindel verlangt.

Hierauf feile man die eine Seite flach, lacke dann das Stück an ein Futter der Drehbank und drehe es in erforderlicher Dicke. Auch kann man zuletzt noch

das Loch ausdrehen und es jetzt genau nach der Spindel passen.

Soll eine Fraise einfacher Form, entweder flach oder schräge obenüber, angefertigt werden, so drehe man dieselbe zuerst auf der Spindel in die erforderliche Form und schneide sodann mit einer sehr schräg geformten Fraise, wie sie Fig. 32, Taf. XXII im vergrösserten Maassstabe darstellt, die Zähne auf der Maschine ein, schneide auch zugleich mit einer Fraise in Form von Fig. 33, 12—16 Querschnitte ein, wie die Seitenansicht der schon früher dargestellten Fraisen zeigt.

Die Fraisen, welche obenüber rund geformt sein sollen, drehe man zuerst in diese Form, schneide dann die Querschnitte ein und feile die dadurch entstandenen Zähne von der vorderen Schneide nach hinten ein wenig schwächer, damit sie sich beim Gebrauche frei schneide. Nach dem Härten schleife man die Querschnitte aus, schleife und polire die Schneidflächen vorne und Rundungen obenüber.

Diejenigen Fraisen, womit der Grund der Zähne der Hemmungsräder geschnitten werden soll, müssen eine für den Zirkel des Grundes passende, mit Zähnen versehene Hohlung erhalten. Um Solches schnell und gut auszuführen, fertige man eine Fraise (wie sie Fig. 29 im vergrösserten Maassstabe darstellt) auf die Art und Weise, dass man auf der ausgedrehten Stahlscheibe auf einer Schneckenschneidemaschine ein schräg liegendes Gewinde einschneidet. Alsdann bringe man 5 bis 6 Querschnitte an, härte die Fraise und schleife die Querschnitte von Grath rein. Die so weit fertige Fraise ist auf der Spindel der Drehbank zu befesti-

gen. Hierauf führe man die Scheibe, wohinein die Hohlung geschnitten werden soll, aufgeschraubt auf die Fraisen spindle, wie Fig. 30 verdeutlicht, gegen die Fraise und setze letztere mittels des Schwungrades in Bewegung. Die Fraisen spindle wird zu gleicher Zeit in Folge der Umdrehung der schneidenden Fraise in drehende Bewegung kommen. Es geschieht nämlich, dass die schneidende Fraise, deren Zähne einem Schraubengewinde ähnlich laufen, bei jedem Umgange die Scheibe, wohinein der hohle Grund geschnitten wird, um einen Zahn weiter führt. Wenn auf diese Art die Scheibe 3 bis 4 mal herumgeführt und in dieser Zeit fortwährend ein wenig näher an die Fraise gestellt worden ist, so werden die Zähne vollständig in den hohlen Grund eingeschnitten sein. Nach diesem ist der an den Seiten durch das Schneiden entstandene Grath mit einem sehr scharfen Stichel wegzudrehen, sodann die Querschnitte anzubringen und die Fraise zu härten, worauf endlich die Querschnitte auszuschleifen sind, damit der durch das Schneiden entstandene Grath entfernt werde.

In Ermangelung einer Schneckenschneidemaschine kann man die zum Schneiden der Hohlungen bestimmten Fraisen auch, wie Fig. 31 in vergrössertem Maassstabe zeigt, ausführen. Hierzu nehme man eine Scheibe, drehe den Rand an der einen Seite schräg und an der andern flach, schneide dann einen Querschnitt hinein und biege den Rand der Scheibe, da wo dieselbe durchschnitten wurde, aus seiner Richtung, so zwar, dass die durch den Querschnitt entstandenen Endungen des Randes an einander vorbeizeigen, in Folge dessen nun die Peripherie wie ein Schraubengewinde

läuft, wenn die Scheibe in drehende Bewegung gesetzt wird, und so bei ihrem Gebrauche die einzuschneidende Fraise von selbst herum führt.

h. Vortheile beim Härten der Fraisen.

Sind die gefertigten Fraisen ziemlich gross und dabei dünn, wie es oft der Fall ist wenn dieselben aus zwei Platten verfertigt sind, so ist folgende Methode bei Härtung derselben von ausserordentlichem Nutzen.

Man fertige aus Eisen eine der Fraisen spindle ähnliche Vorrichtung, wie sie Fig. 34 in vergrössertem Maassstabe darstellt, auf die man nun die zu härtende Fraise aufschraubt und dieselbe sammt jener Einrichtung härtet. Durch diese Vorkehrung wird man die Fraise ganz flach erhalten.

FÜNFZEHNTE CAPITEL.

**Von der Compensation durch die Unruhe. — Die Anferti-
gung der Compensations-Unruhe und Erklärungen der zu
diesem Behufe anzuwendenden Vorrichtungen und Hülfs-
mittel. — Bestimmung des Verhältnisses des Durchmessers,
der Höhe und der Schwere der Unruhe nach Maassgabe der
Grösse der Uhr; nach des Verfassers Erfahrungen und
Verbesserungen.**

Erster Artikel.

Von der Compensation durch die Unruhe.

Es ist bekannt, dass die Einflüsse der Temperatur-
veränderungen sehr nachtheilig auf die Regelmässigkeit
des Ganges der Uhren einwirken, weil bei zunehmen-
der Wärme die Schwingungen des Regulators (Pendel
oder Unruhe) langsamer und bei zunehmender Kälte
schneller werden. Die Ursache dieser Erscheinung
liegt in dem Naturgesetze, dass die Wärme die Kör-
per ausdehnt, während sie die Kälte zusammenzieht.
Da diese Wirkung der Temperatur sich jedoch nicht
bei allen Körpern in gleichem Grade äussert, so ist
uns dadurch ein Mittel an die Hand gegeben, jenen,
die Regelmässigkeit der Pendel- und Unruhschwingun-

gen störenden Einflüssen zu begegnen, und dieses Mittel liegt in der sogenannten Compensation.

Unsere Aufgabe ist hier, zu betrachten, wie durch diese Compensation eine Regelmässigkeit der Schwingungen der Unruhe erzielt werden kann. Da die Regelmässigkeit nicht nur unter der Ausdehnung und Zusammenziehung der Unruhe selbst, sondern auch und namentlich unter derjenigen der Spirale leidet, so hat man vielfach die Compensation durch eine Vorrichtung an der Spirale zu bewirken gesucht. Doch ist anerkannt, dass allein die Compensation durch die Unruhe selbst zu dem gewünschten Ziele zu führen vermag. Diese Compensation wird nun durch einen Mechanismus hervorgebracht, in dessen Wirkung der Schwingungsmittelpunkt sich je nach Erforderniss verändert, d. h. nach Verhältniss der Ausdehnung sich dem Centrum der Unruhe nähert und nach Verhältniss der Zusammenziehung sich von jenem entfernt. Im ersten Falle wird der Neigung zu langsameren, im letztern der Neigung zu schnelleren Schwingungen entgegengestrebt.

Um zu diesem Ziele zu gelangen, construïre man den Reif der Unruhe aus zwei Metallen von verschiedener Ausdehnbarkeit.

Man wählt für Compensations-Unruhen gewöhnlich Stahl und Messing. Diese beiden Metalle haben in einer gleichen Temperatur eine sehr ungleiche Ausdehnung, wie die am Schlusse des Artikels beigefügte Tabelle anzeigt.

Wie diese Metalle miteinander in Verbindung stehen müssen, ist durch das vorhin Angeführte bestimmt. Damit nämlich erreicht werde, dass der Schwingungs-

mittelpunkt in der Wärme sich dem Centrum der Unruhe nähere und im entgegengesetzten Falle sich davon entferne, muss das Metall von grösserer Ausdehnbarkeit den äusseren und das andere den innern Theil des Reifes bilden. Ferner muss dieser Reif an zwei Stellen, unfern der Schenkel aufgeschnitten sein, so dass er sich in zwei Flügel oder Arme theilt. Auf diesen Flügeln sind nun Gewichte oder Schrauben anzubringen, deren Zweck ist, die Compensation zu reguliren, wesshalb sie verstellbar sein müssen. Es ist nun leicht einzusehen, dass sich diese Gewichte oder Schrauben unter dem Einflusse der Wärme dem Mittelpunkte der Unruhe nähern und unter dem der Kälte sich von jenem entfernen müssen. Je nachdem nun die zur Regulirung dienenden Schrauben oder Massen vor, gegen das Ende der Flügel, oder zurück, gegen die Schenkel, gestellt werden und je nach ihrer grössern oder geringern Schwere wird natürlich die Compensation stärker oder schwächer sein. Ist durch Vorstellen der Gewichte oder Schrauben die Compensation nicht stark genug zu erlangen, so ergibt sich die Nothwendigkeit, das Gewicht der compensirenden Massen zu erhöhen.

Das also sind die Mittel, wodurch die für den regelmässigen Gang der Uhren so nachtheiligen Wirkungen der Temperaturveränderungen völlig aufgehoben werden können.

Eine genaue Compensation kann jedoch nur durch wiederholte Versuche bei strengster Beobachtung der Erscheinungen erreicht werden. Ueber die Behandlungsweise behufs der Erreichung einer genauen Compensation durch die Unruhe vergleiche Art. 4, Cap.

XVII, wo über das Reguliren der Chronometer abgehandelt wird. In Taf. XXII, Fig. 1, 2 und 3 ist eine Compensations-Unruhe in vergrössertem Maassstabe von oben, unten und von der Seite gesehen dargestellt. Die ovalen Massen *a* bezeichnen die zur Regulirung der Compensation dienenden Gewichte. Die Schrauben *b* und *d* dienen zur genauern Regulirung der Schwingungen der Unruhe und werden deshalb auch Correktions-Schrauben genannt. Dieselben sind auf den von inwendig in den Reif festgeschraubten kleinen Stahlschrauben *g* beweglich. Sie müssen so eingerichtet sein, dass sie sich beim Vor- und Zurückschrauben stets ein wenig klemmen, damit sie nicht in Folge der Bewegungen der Unruhe durch ihre eigene Schwere den ihnen gegebenen Platz verändern können. Im Falle nun die Schwingungen der Unruhe zu langsam sein sollten, sind sie dem Mittelpunkte der Unruhe zu nähern und im entgegengesetzten Falle davon zu entfernen. Auf solche Weise lässt sich der Schwingungsmittelpunkt der Unruhe um ein Geringes verändern, in Folge dessen kleine Abweichungen im Gange leicht zu berichtigen sind.

Die Compensations-Unruhen erfordern eine grosse Genauigkeit in der Ausführung um eine genau zu regulirende Compensation zu erlangen. Es werden daher im folgenden Artikel die bei Anfertigung solcher Unruhen zu benutzenden Vorthelle aufgeführt werden.

Tabelle der linearen Ausdehnung einiger Metalle.

Namen der Metalle.	Temperatur-Intervall.	Ausdehnung	
		in Decimalbrüchen.	in gewöhnlich. Brüchen.

Nach Lavoisier und Laplace.

Platin	0 bis 100°	0,00085655	$\frac{1}{1167}$
Stahl (nicht gehärtet) .	„ „	0,00107915	$\frac{1}{927}$
„ (gehärtet)	„ „	0,00123956	$\frac{1}{307}$
Weiches Eisen geschmiedet	„ „	0,00122045	$\frac{1}{819}$
Stabeisen	„ „	0,00123504	$\frac{1}{812}$
Gold	„ „	0,00151361	$\frac{1}{661}$
Kupfer	„ „	0,00171733	$\frac{1}{582}$
Messing	„ „	0,00187821	$\frac{1}{533}$
Silber	„ „	0,00190868	$\frac{1}{524}$
Zinn	„ „	0,00193765	$\frac{1}{516}$
Blei	„ „	0,00284836	$\frac{1}{351}$
Zink	„ „	0,00294167	$\frac{1}{340}$

Zweiter Artikel.

Anfertigung der Compensations-Unruhe und die zu diesem Behufe anzuwendenden Vorrichtungen und Hilfsmittel.

Bei Anfertigung der Compensations-Unruhen bedient man sich mit Rücksicht auf die Zusammenfügung der beiden Metalle, woraus der compensirende Reif gebildet werden muss, zweier verschiedener Methoden. Die erste ist, dass man das Messing mit dem Stahle vermittelst Silberschlageloth zusammenlöthet, und die zweite besteht darin, dass man das Messing um den Stahl herum schmilzt. Erstere Methode ist durchaus

nicht zweckmässig, da beim Löthen eines Gegenstandes, wie der in Rede stehende, das Silberloth sich nicht gleichmässig vertheilt, indem der Ring von Messing, der zuerst um den Stahl gesprengt werden muss, bei der zum Löthen erforderlichen Hitze sich bedeutend mehr ausdehnt als der Stahl und nun bei Abkühlung zulässt, dass auf der einen Seite zwischen den beiden Theilen mehr Silber bleibt, als auf der andern. Ferner zeigen sich bei beregtem Verfahren oft Stellen im Reife, wo sich Messing und Stahl unter Dazwischenkunft des Silberloths nicht innig genug mit einander verbunden haben, was namentlich gleich zum Vorschein kommt, wenn man das Messing durch Hämmern etwas härter machen will. Dieser Methode ist diejenige, das Messing um den Stahl zu schmelzen, weit vorzuziehen; ich werde daher letztere Behandlungsweise in Nachfolgendem näher erläutern:

Man glühe den Stahl zuerst aus und lasse ihn langsam abkühlen, dann feile man die eine Seite flach und lacke das Stück an ein Futter der Drehbank, drehe es dann in ähnliche Form wie Fig. 4, Taf. XXII darstellt, bohre zugleich ein Loch durch die Mitte und drehe, damit selbiges recht genau werde, es zu passender Grösse aus. Den untern Rand, der wie Fig. 4 zeigt, stehen bleibt, lasse man 0,2 Millimeter stark. Um die genaue Grösse für den hochstehenden Theil zu bestimmen, muss zuerst der Durchmesser der Unruhe, d. h. der des Reifs und die Stärke des letzteren bestimmt werden. Ist der Durchmesser und die Höhe der Unruhe festgestellt, so ist demnach die Stärke und Grösse des Reifs zu bestimmen, wie folgt:

Nehmen wir z. B. an, es solle eine Unruhe von

20 Millimeter Durchmesser angefertigt werden, so verhält sich die Stärke des Reifs zum Durchmesser der Unruhe wie 0,3 zu 10; folglich wird die Stärke des Reifs bei einem Durchmesser der Unruhe von 20 Millimetern 0,6 Millimeter betragen müssen. Da nun diese Stärke für beide Metalle (Stahl und Messing) anzunehmen ist, so ist ferner erforderlich, dieselbe auch zweckmässig für beide zu vertheilen. Hierfür gelte folgende Regel:

Man nehme die ganze Stärke des Reifs $= \frac{5}{5}$ an und bestimme hiervon $\frac{2}{5}$ für den Stahl- und $\frac{3}{5}$ für den Messingtheil. Hiernach wird die Stärke des Messings bei einem Reif von 0,6 Millimeter Stärke 0,36 Millimeter betragen müssen. Alsdann ist die für die Schrauben bestimmte Höhe vom Durchmesser der Unruhe abzurechnen. Wenn wir z. B. annehmen, die Höhe der Schrauben solle für diese Grösse der Unruhe von 20 Millimeter 1,2 Millimeter betragen, so ist diese Zahl zweimal genommen $= 2,4$ Millimeter vom Durchmesser $= 20$ Millimeter abzurechnen, mithin bleibt Rest 17,6 Millimeter für den äussern Durchmesser des Reifs. Hiervon nun die für den Messingtheil bestimmten 0,36 Millimeter zweimal $= 0,72$ Millimeter abgerechnet, ergibt sich für den Stahl ein Durchmesser $= 16,88$ Millimeter. Ist der hochstehende Theil des Stahls nun genau nach diesem Verhältnisse und etwas höher, als die Höhe der Unruhe betragen soll, gedreht, so nehme man die Scheibe von der Drehbank und befreie sie von dem noch daran haftenden Lack. Hierauf treffe man die zum Schmelzen der Unruhe erforderlichen Vorkehrungen. Zu diesem Zwecke fertige man von dünnem Eisenbleche ein Band, wel-

ches etwas über zweimal so breit ist, als die ausgedrehte Stahlscheibe Dicke hat, und so gross, dass es den ganzen Umfang der Scheibe umfassen kann, um die es dann mittels ausgeglühten Eisendrahtes zu befestigen ist. Siehe Fig. 5, Taf. XXII, welche das Band, mit *g* bezeichnet, darstellt, worin die Scheibe nahe an der untern Kante befestigt ist.

Um das Loch vor dem Einfliessen des Messings zu schützen, schlage man einen Pfropfen von trockenem Lindenholze recht fest hinein. (Das Lindenholz bildet nämlich unter der Einwirkung der geschmolzenen Metallmasse eine harte Kohle und verhindert das Einfliessen des Metalls in's Loch). Statt Holz kann man auch zu gleichen Theilen feingestossenen Graphit und Schiefer anwenden, daraus mit Wasser einen Teig bereiten und ihn so fest als möglich ins Loch hineinpresse. Zur grössern Sicherheit aber muss man über das Loch, etwas nach den Seiten hin ausgebreitet, noch eine kleine Erhöhung von diesem Teige machen, welchen man allenthalben recht fest auf die Scheibe aufdrückt. Demnächst bereite man aus Thon und Wasser einen ähnlichen Teig und verkitte damit den untern Theil, so dass zwischen Band und Scheibe die kleinsten Oeffnungen geschlossen werden, und lasse Alles nun langsam trocknen. Diese Zusammenstellung hält man, auf ein Blech gelegt, über die Spiritusflamme, um sie etwas zu erwärmen, nimmt Wasser worin feingestossener Borax aufgelöst ist und streicht mit einem kleinen Pinsel oder einer Feder ein wenig Boraxflüssigkeit in den Falz, wohinein das Messing fließen soll, lässt in Folge der Wirkung der Wärme den Borax aufbrausen und sorgt dafür, dass nament-

lich die Peripherie der Scheibe, welche sich vor Allem mit dem Messing recht innig verbinden soll, allenthalben mit Borax überzogen werde. Die Boraxtheile, welche beim Aufbrausen auf die Oberfläche der Scheibe hingerathen, müssen, nachdem die Zusammenstellung erkaltet ist, wieder beseitigt werden. So weit vorbereitet fülle man den ganzen Raum bis zur obern Kante des Bandes mit gestossenem Borax aus (der jedoch zuvor in einem Tiegel geschmolzen werden muss, damit er mehr gereinigt und sein zu starkes Aufbrausen verhindert werde), lege eine hinreichende Menge feinen Messings in kleinen Stücken auf den Borax und setze das Ganze einer hinreichenden Hitze aus, so dass das Messing gut in Fluss kommt, was in diesem Falle um die Kante der Stahlscheibe fliessen und sich mit derselben gut verbinden wird.

Die zum Schmelzen erforderliche Hitze kann man zwischen zwei grossen Holzkohlen, vermöge einer starken Spiritusflamme und mittels des Blasrohres erzeugen.

Für eine Unruhe von sehr grossem Durchmesser ist die durch diese Hülfsmittel zu erzeugende Hitze freilich nicht ausreichend. In diesem Falle richte man ein kleines Zugfeuer an, in welches man die zu schmelzende Zusammenstellung auf einer festen Unterlage von Stein oder Eisen hineinstellt. Bei einem solchen Feuer ist übrigens mit besonderer Sorgfalt darüber zu wachen, dass die Hitze weder auf der einen, noch auf der andern Seite der Zusammenstellung zu stark werde, weil dadurch der Stahl sehr leicht verbrannt werden könnte. Nachdem die Schmelzung geschehen ist, lasse man das Ganze abkühlen, beseitige den an

dem Stücke befindlichen Borax, feile das Band ab und lacke das Stück wieder mit der untern Seite an das Futter der Drehbank, drehe das Messing zur obern Seite des Stahles hinweg, nehme die Scheibe ab und lacke dieselbe mit der abgedrehten Seite an das Futter. Hierauf drehe man den untern Boden so weit weg, dass das Messing bloss gelegt wird; auch drehe man zugleich das Messing obenüber so weit hinweg, dass dasselbe noch dreifach so stark bleibt, als es fertig sein soll. Hierauf glühe man die Scheibe vorsichtig aus und lasse sie langsam abkühlen. Nachdem sie erkaltet ist, hämmere man das Messing vorsichtig mit sehr abgemessenen Schlägen über die hohe Kante der Scheibe. Wenn man auf solche Weise die Scheibe zweimal rund geführt hat, feile man das an den Seiten übergetretene Messing weg und lasse die Scheibe blau an. Dann hämmere man das Messing auf ähnliche Weise wie zuvor noch einmal, achte aber stets darauf, dass es ebenmässig geschehe und die Schläge nicht in den Stahl eindringen, damit die runde Form desselben sich nicht verändere. Hat man das Messing ungefähr bis zur Hälfte der ursprünglichen Stärke eingehämmert, und haben sich während dem Hämmern keine undichten Stellen zwischen Messing und Stahl gezeigt, so ist das nach den Seiten übergedrängte Messing wegzufeilen und die Scheibe wieder blau anzulassen.

Hierauf lacke man die Scheibe wieder an das Futter der Drehbank und drehe sie zu der für die Unruhe bestimmten Grösse, d. h. so, dass sie gerade den richtigen Durchmesser erhält, wenn das Messing fein abgeschliffen ist. Nun schreitet man zur Ausdrehung

im Stahle, wobei Reif und Boden immer noch ein wenig stärker zu lassen sind, als sie fertig sein sollen (der Boden muss nämlich bei einer Unruhe von 20 Millimeter Durchmesser eine Stärke von 0,4 Millimeter bekommen). Ist die Ausdrehung von einer Seite oder, wenn die Form der zu fertigenden Unruhe es bedingt, von beiden Seiten vollendet, so schleife man diese aus, zuerst mit einer flach gefeilten runden Scheibe aus weichem Stahle, mit feingeriebenem Schmirgel und Oel und zwar so lange, bis die Drehstriche verschwunden sind, und dann mit einer ganz harten flachen Scheibe und mit Oel angeriebenes Oelsteinpulver, bis der Boden ganz fein geschliffen ist. Die erstere der Scheiben muss bedeutend kleiner sein als der innere Raum der Ausdrehung der Unruhe und sehr oft flach gefeilt werden, weil die Fläche sich beim Schleifen verliert. Die zweite Scheibe hingegen, welche hart sein muss, ist nur um ein Geringes kleiner als der innere Raum der Ausdrehung zu nehmen. Ist die Höhe des Reifs berichtigt, so sind die Löcher für die Schrauben in denselben einzubohren. Zu diesem Zwecke muss für die Drehbank, deren Spindel mit einer Theilung versehen ist, ein Futter vorrätig sein, wie in Fig. 6, Taf. XXII dargestellt ist. In diesem Futter ist ein Stift *a* befestigt, der genau abgedreht und so stark sein muss, dass er streng in das Loch der Unruhe passt. Auf diesen Stift *a* ist nun die Unruhe (in deren Boden vorher zwei Löcher für die Schrauben der Deckplatte des Futters anzubringen sind) aufzusetzen und vermöge der Deckplatte mit Hülfe der 2 Schrauben zu befestigen. (Das Futter muss im Durchmesser ein wenig kleiner sein, als die für die

Unruhe bestimmte Grösse beträgt). Dann ist die Theilung für die zu den Schrauben erforderlichen Löcher auf dem Reif auszuführen und sind die Löcher durchzubohren. In Ermangelung einer Theilung auf der Drehbank muss solche auf einer Schneidemaschine oder einer besondern mit Theilung versehenen Vorrichtung ausgeführt werden. Sodann ist die Ausschenkelung zu machen und sind die Schraubengewinde in die Löcher einzuschneiden. Sollen zur Regulirung der Compensation Gewichte (Massen) verwendet werden, so ist auf der untern hohen Kante ein Theil des Reifs an jeder Seite zwischen den Schenkeln mit einer Theilung zu versehen. Ist das geschehen, so muss zur Drehbank eine Patrone (Futter), wie Fig. 7, Taf. XXII zeigt, von Buchsbaumholz vorhanden sein. In diese Patrone mache man eine für die Unruhe passende Ausdrehung und zwar so tief, dass wenn die Unruhe hineingedrückt ist, die Hälfte oder ein Drittel ihrer Höhe vor der Patrone vorsteht, wie die Fig. zeigt. Dann schleife man die Schenkel nochmals mit einer gehärteten flachen Stahlscheibe und feingeriebenem Oelsteine, und halte dabei die Scheibe sorgfältig flach gegen, damit die Schenkel ihre Fläche nicht verlieren. Ist man überzeugt, dass die Schenkel sehr flach und fein geschliffen sind, so nehme man recht starkes Hollundermark, schneide das eine Ende flach, gebe ein wenig mit Oel angeriebenes Oelsteinpulver darauf, und halte das Mark recht flach auf die Schenkel, lasse aber die Unruhe bei dieser Arbeit nur wenige Male umlaufen, während man das Hollundermark langsam ein wenig hin und her bewegen muss. Mit Hülfe dieses Verfahrens erhält man einen schönen, mattweissen

Schliff. Ferner fortschreitend verbreche man die scharfen Kanten am Reif, polire sie und schleife auch die Fläche der hohen Kante mit einer Glasplatte und feingeriebenem Oelsteine fein. Soll die Fläche aber polirt werden, so lässt sich dies am besten mit einer Zinnplatte, auf die man ein wenig feines Roth gibt, ausführen. Soweit bearbeitet nehme man die Unruhe aus der Holzpatrone, reinige sie sorgfältig und befestige sie wieder ins Futter (Fig. 6), schleife dann den Reif obenüber mit einer Zinnfeile und feingeschabtem Wasserstein und Oel sehr flach und fein, und soll sie obenüber polirt werden, so reinige man sie vorgängig wieder sehr gut und polire sie dann mit einem sehr fein abgezogenen Polirstahle, wobei man mit dem Aufdrücken recht vorsichtig und namentlich sehr reinlich verfahren muss.

Nach dem Poliren schneide man mit einer Fraise den Reif an zwei Stellen in der Nähe der Schenkel auf (zu diesem Behufe sind die beiden Querschnitte ins Futter gemacht, wie die Figur zeigt), verbreche die scharfen Kanten der Schnitte und richte den Reif genau rund. Bei dieser Arbeit muss man nur Zangen verwenden, deren Backen mit Holz ausgelegt sind, damit der Messingtheil des Reifs nicht beschädigt werde. — Hierauf sind die Corrections-Schrauben anzufertigen. Die zum Tragen derselben erforderlichen kleinen Stahlschrauben sind von inwendig in den Reif festzuschrauben und die Corrections-Schrauben aufzuschrauben. Da es, wie schon früher erwähnt, nöthig ist, dass jene Corrections-Schrauben sich stets etwas auf den kleinen Stahlschrauben klemmen, so empfiehlt es sich, sie auf der einen Seite aufzuschneiden und

dann ein wenig zusammenzudrücken. Die Gewichte (Massen), welche zum Reguliren der Compensation dienen sollen, werden nun angefertigt, wie folgt:

Nach dem Flachfeilen der hierzu erforderlichen Stücke an den Enden nimmt man eine 2—3 Millimeter starke Messingplatte und zeichnet darauf mit einem Zirkel einen Kreis so gross, als ihn die Flügel der Unruhe beschreiben, recht scharf an, löthet die Stücke mit Zinn auf die Platte, so dass die Mitte der Stücke gerade über den Kreis kommt, lackt die Platte an ein Futter der Drehbank und dreht endlich einen für die Flügel passenden Falz hinein. Ist dies geschehen, so drehe man zugleich die Stücke inwendig und äusserlich, damit sie eine gleiche Dicke erhalten, nehme die Platte von dem Futter ab und löthe die Stücke wieder davon los, worauf man ihnen irgend eine beliebige Form geben kann. Vor völliger Vollendung untersuche man sie auf ihre Gleichheit im Gewichte, regulire dieses und mache sie endlich fertig, worauf sie dann auf den Flügeln der Unruhe mit Hülfe kleiner Schrauben zu befestigen sind.

Dritter Artikel.

Bestimmung des Verhältnisses des Durchmessers, der Höhe und des Gewichtes der Unruhe zu der Grösse der Uhr (für Taschenuhren).

a. Um für die eine oder andere Uhr den Durchmesser der Unruhe zu bestimmen, ist es nöthig, sich nach der Grösse desjenigen Kreises zu richten, von

wo aus sich die Kraft der Zugfeder der Uhr entwickelt. Die Grösse jenes Kreises ist das Federhaus. Man hat daher den Durchmesser des Federhausdeckels als bestimmende Grösse anzunehmen.

b. Als maassgebende Bestimmung für die Höhe einer Compensations-Unruhe hat man $\frac{4}{9}$ der Breite der Zugfeder anzunehmen.

c. Das Gewicht einer Unruhe kann am vortheilhaftesten nach ihrer Grösse bestimmt werden. Die von mir stets mit gutem Erfolge angewandten Verhältnisse sind folgende:

Der Compensations-Unruhe, wenn solche für Anker- oder Doppelradhemmung angewendet werden soll und einen Durchmesser hat

von 14 Millim., gebe man ein Gewicht von 5 Grain.

„ 15	„	„	„	6	„
„ 16	„	„	„	7	„
„ 17	„	„	„	8	„
„ 18	„	„	„	$9\frac{1}{2}$	„
„ 19	„	„	„	11	„
„ 20	„	„	„	$12\frac{1}{2}$	„
„ 21	„	„	„	14	„
„ 22	„	„	„	$15\frac{1}{2}$	„

Für gewöhnliche aus Messing oder Composition gefertigte Unruhen und für Uhren verwendet, welche weniger kräftig gebaut und mit der Anker- oder Doppelradhemmung versehen sind, ist folgendes Verhältniss zur Grösse ganz passend:

Mill. Durchmesser						Grain
Einer Unruhe	von	14	gebe	man	ein Gewicht	von $3\frac{1}{2}$
„	„	15	„	„	„	4
„	„	16	„	„	„	$4\frac{1}{2}$
„	„	17	„	„	„	5
„	„	18	„	„	„	6
„	„	19	„	„	„	$7\frac{1}{2}$
„	„	20	„	„	„	9
„	„	21	„	„	„	$10\frac{1}{2}$
„	„	22	„	„	„	12

Für Uhren mit der Cylinderhemmung ist es erforderlich, die Unruhe etwas leichter zu wählen.

Ein geeignetes Verhältniss des Gewichtes der Compensations-Unruhe zu ihrem Durchmesser bei den freien Hemmungen für Taschen-Chronometer ist folgendes:

Mill. Durchmesser						Grain
Einer Unruhe	von	16	gebe	man	ein Gewicht	von 13
„	„	17	„	„	„	14
„	„	18	„	„	„	15
„	„	19	„	„	„	$16\frac{1}{2}$
„	„	20	„	„	„	18
„	„	21	„	„	„	$19\frac{1}{2}$
„	„	22	„	„	„	21

Für Compensations-Unruhen, welche zu flach, folglich weniger kräftig gebauten Taschen-Chronometern angewendet werden sollen, ist folgendes Verhältniss des Gewichtes zur Grösse anzunehmen.

<u>Mill. Durchmesser</u>						<u>Grain</u>
Einer Unruhe	von	16	gebe	man	ein Gewicht	von 10
„	„	17	„	„	„	11
„	„	18	„	„	„	12
„	„	19	„	„	„	13
„	„	20	„	„	„	14
„	„	21	„	„	„	15 $\frac{1}{2}$
„	„	22	„	„	„	17

SECHZEHNTES CAPITEL.

Von der Wirkung des Widerstandes der Luft gegen die Compensations-Unruhe. — Vom Einflusse der äusseren Bewegungen auf die Unruhschwingungen und den Mitteln, ihn möglichst gering zu machen. — Vom Isochronismus der Unruhschwingungen und von den Spiralfedern. — Die Anfertigung der cylindrischen Spiralfeder und die Herstellung der Biegungen an der flachen Spiralfeder.

Erster Artikel.

Von der Wirkung des Widerstandes der Luft gegen die Compensations-Unruhe.

Die Compensations-Unruhe ist dem Widerstande der Luft während ihrer Bewegungen in höherem Grade ausgesetzt als die gewöhnliche Unruhe, da erstere in der gleichen Zeit, in der eine gewöhnliche Unruhe ihre Schwingung vollendet, ebenfalls eine Schwingung vollendet, in dieser Zeit aber einen bedeutend grössern Bogen als die einfache Unruhe beschreiben muss. Dazu kommt nun noch ihre eigenthümliche Gestalt, ihre bedeutendere Höhe und oft grösserer Durchmesser. Durch alle diese Umstände wird der Widerstand der

Luft oft so beträchtlich, dass man sich genöthigt sieht, um die Schwingungen auf die gehörige Grösse zu bringen, der Uhr eine stärkere Zugfeder zu geben. Lässt sich nun auch etwas zur Verminderung dieses Luftwiderstandes thun, so sind wir doch nicht im Stande, ihn ganz nach Wunsch auf ein sehr geringes Maass zurückzuführen, da wir von einem bestimmten Durchmesser der Unruhe, wie nicht minder von der ihr zu gebenden Grösse der Schwingungsbogen nicht abweichen dürfen. Das Einzige, was uns zu thun übrig bleibt, ist, dass wir bei Anfertigung der Compensations-Unruhe den hoch- und vorstehenden Theilen, als Schrauben oder Massen, welche zur Regulirung der Schwingungen und der Compensation erforderlich sind, den möglichst kleinsten Raum einnehmen lassen. Da nun aber diese Theile ein gewisses Gewicht erhalten müssen, so liegt es auf der Hand, dass man für dieselben ein Metall von grosser specifischer Schwere, nämlich Gold oder Platin zu wählen hat.

Ferner ist zu beachten, dass man für die zur Regulirung der Compensation dienenden Massen, in soweit sie eine ziemlich bedeutende Grösse erhalten, die ovale Form als die zweckmässigste wähle; denn ovale Körper auf den Flügeln der Unruhe so angebracht, dass sie ihrer Länge nach in der Schwingung die Luft durchschneiden, werden einen weit geringeren Luftwiderstand erfahren, als angebrachte runde Körper gleicher Schwere.

Zweiter Artikel.

Vom Einflusse der äusseren Bewegungen auf die Unruhschwingungen und den Mitteln, ihn möglichst gering zu machen.

Unter den die Regelmässigkeit der Unruhschwingungen in Taschen- und Seeuhren störenden Einflüssen sind die von der äusseren Bewegung herrührenden von nicht geringer Bedeutung. Die äussere Bewegung der Uhr wirkt nämlich in sofern nachtheilig, als durch sie, je nach ihrer Richtung, die Grösse der Schwingungsbogen der Unruhe mehr oder minder verändert wird. Hiervon sind zwar diejenigen Bewegungen ausgenommen, deren Richtung in gerader Linie durch das Centrum der Unruhe geht, da die Wirkung einer solchen Bewegung auf die eine Seite der Unruhe durch die Wirkung der gleichen Bewegung auf die gegenüberliegende Seite wieder aufgehoben wird. Nun tritt dieser Fall aber höchst selten ein, vielmehr werden beinahe alle Bewegungen, denen eine Uhr ausgesetzt sein kann, mehr oder minder kreisförmig sein. Kreisförmige Bewegungen sind es demnach wesentlich, welche wir zu berücksichtigen haben. Hier gibt es nun leider kein Mittel, die Wirkung solcher Bewegungen gänzlich aufzuheben; jedoch hat uns die Erfahrung gelehrt, wie wir ihr wenigstens bis zu einem gewissen Grade entgegenwirken können. Ein Beispiel wird dies klar machen:

Nehmen wir den Fall, die Unruhe habe in einer Stunde 12000, also in einer Secunde $3\frac{1}{3}$ Schwingungen zu machen, der Schwingungsbogen habe eine Ausdehnung von 400 Graden und die äussere kreisförmige

Bewegung der Uhr, in der Zeit einer Schwingung $= \frac{3}{10}$ Secunde, beschreibe 40 Grade, so ergibt sich, dass die Bewegung der Unruhe um 10 mal geschwinder ist, als die äussere Bewegung der Uhr, woraus hervorgeht, dass im gegebenen Falle der Schwingungsbogen der Unruhe sich nur um den 10. Theil vergrössern oder vermindern wird.

Demgemäss werden die grössten Schwingungsbogen 440 Grade und die kleinsten 360 Grade enthalten. Setzen wir dagegen, die Unruhe solle innerhalb einer Stunde 18000, also in einer Secunde 5 Schwingungen ausführen, der Schwingungsbogen eine Ausdehnung von 400 Graden haben und die äussere kreisförmige Bewegung der Uhr innerhalb $\frac{3}{10}$ Secunde 40 Grade beschreiben, so wird die Bewegung der Unruhe 15 mal geschwinder sein, als die der Uhr, der Schwingungsbogen der Unruhe also nur um $\frac{1}{15}$ zu- oder abnehmen. Nach diesem Verhältnisse werden die grössten und kleinsten Schwingungsbogen demnach nur um $53\frac{1}{3}$ Grade von einander abweichen, während sie sich nach dem ersten Verhältnisse um 80 Grade verschieden zeigen.

Hieraus erhellt mithin, dass wenn man die Zahl der Schwingungen für eine gegebene Zeit vermehrt, während die Grösse der Schwingungsbogen die gleiche bleibt, die Wirkung der äusseren Bewegung der Uhr eine geringere sein wird, dass demgemäss eine schneller schwingende Unruhe von den Einflüssen der äusseren Bewegungen der Uhr weniger gestört wird, als eine langsamer schwingende. Man würde somit der Wirkung der äusseren Bewegungen in noch weit höherem Grade entgegenwirken, wenn man der Unruhe 22,000 Schwingungen von gleicher Ausdehnung wie

die erstern in der Stunde machen liesse, allein es gebieten uns andere Rücksichten, die Zahl der Schwingungen und ihre Geschwindigkeit auf ein gewisses Maass zurückzuführen. Da nämlich in Folge zu schneller Schwingungen der Unruhe die Reibungen einzelner Theile der Uhr bedeutend vermehrt und dadurch eine frühzeitige Zerstörung (Abnutzung) des Werkes bewirkt würde, so müssen wir zwischen zu schnellen und zu langsamen Schwingungen den Mittelweg wählen. Dazu geht uns nun die Erfahrung an die Hand, indem sie uns empfiehlt, die Unruhe der heftigen Erschütterungen ausgesetzten Uhren in der Secunde 5, also in der Stunde 18,000 Schwingungen machen zu lassen.

Dritter Artikel.

Vom Isochronismus der Unruhschwingungen und von den Spiralfedern.

Es ist bekannt, dass die Unruhschwingungen, nachdem die Uhr längere Zeit gegangen ist, kleiner werden, was seinen Grund in dem Vertrocknen oder Dickwerden des Oeles hat. In Folge davon entsteht nämlich eine gewisse Trägheit in der Bewegung der reibenden Theile, welche nicht nur auf die Zapfen der Unruhachse, sondern auf alle Zapfen des Räderwerkes Einfluss übt und letzteres verhindert, dem Regulator seine ursprüngliche Kraft mitzutheilen. Dieser Uebelstand bewirkt, dass die Schwingungsbogen der Unruhe begreiflicherweise kleiner werden; ausser diesem leidet ihre Regelmässigkeit auch unter dem Einflusse äusserer Bewegungen (siehe Art. 2.). Da es nun kein Mittel

gibt, diese Ungleichheiten in der Grösse der Schwingungsbogen der Unruhe gänzlich zu beseitigen, so ist es von grösster Nothwendigkeit, dahin zu wirken, dass grosse und kleine Schwingungsbogen von gleicher Dauer d. h. isochronisch gemacht werden.

Ein gehöriger Isochronismus der Unruhschwingungen ist die Grundlage zur Genauigkeit der für genaue Zeitmessung bestimmten Uhren. Wir können ihn nur durch die Spiralfeder erlangen. Diese Erfindung haben wir zwei berühmten Künstlern Pierre Le Roy und Ferdinand Berthoud zu verdanken, die auf zwei von einander verschiedenen Wegen zu demselben Ziele gelangten. Die von Pierre Le Roy aufgestellte Methode gründet sich darauf, dass eine sehr kurze Spiralfeder ihrer ganzen Länge nach in gleicher Stärke gespannt ist, während grosse Schwingungen dadurch schneller werden als kleine Schwingungen, und dass eine sehr lange Spiralfeder, welche für die nämlichen Schwingungen passend ist, weit weniger in Spannung kommen und daher bei grossen Schwingungen in ihrer Funktion langsamer sein wird, als bei kleinen Schwingungen. Demnach wird es die Aufgabe sein, zwischen diesen beiden Längen die mittlere Länge zu finden, in deren Wirkung grosse und kleine Schwingungen sich von gleicher Dauer erweisen.

Die von Ferdinand Berthoud aufgestellte Methode, die Spiralfeder isochronisch zu machen, gründet sich auf ein ganz anderes Princip, nämlich auf die Eigenthümlichkeit der Form der Spiralklinge und nicht auf die Länge derselben. Er macht die Klinge der Spiralfeder in dem Maasse, als sie sich vom Mittelpunkte der Spiralfeder entfernt, allmählig schwächer. Hierdurch wird eine kürzere Spiralfeder eben so isochronisch

gemacht werden, als eine längere von gleichmässiger Stärke. Diese Methode ist sehr sinnreich, in der Ausführung aber stösst man auf eine grosse Schwierigkeit, nämlich die Stärke der Spiralklinge genau ebenmässig abnehmend herzustellen. Die Methode von Pierre Le Roy ist hingegen für den Uhrmacher leichter ausführbar, da der Isochronismus der Unruhschwingungen sich durch eine mehr oder weniger lange gleichmässig starke Klinge der Spirale herstellen lässt; sie wird desshalb auch allgemein befolgt.

Die genaue Länge der Spiralfeder kann im Allgemeinen nicht vorher bestimmt werden, da sie nicht allein von der Grösse und dem Gewichte der Unruhe, sondern auch von der Stärke der Zapfen und Form der Löcher abhängig ist. Ein für diesen Zweck annähernd richtiges Verhältniss ist, dass man die Grösse oder den Durchmesser der cylindrischen Spiralfeder gleich ein Drittel des Durchmessers der Unruhe annimmt und dann derselben 8—9 Umgänge gibt.

Wegen mangelnder Höhe in der Uhr kann man gezwungen sein, weniger Umgänge zu nehmen; alsdann muss aber der Durchmesser der Spiralfeder verhältnissmässig grösser sein, da man von einer gewissen Länge nicht abweichen darf. Die ganze Länge mag dann reichlich das Neunfache des Durchmessers der Unruhe betragen. Für die flache Spiralfeder nach Breguet ist es von Vortheil, derselben 10—11 Umgänge zu geben und ihre Grösse so zu wählen, dass sie 1—1½ Umgang der Windungen über den halben Durchmesser der Unruhe misst.

Die Erfahrung hat uns gelehrt, dass die cylindrischen Spiralfedern zur Herstellung des Isochronismus

geeigneter sind als diejenigen, deren Umgänge in einer Ebene liegen, da die Umgänge einer cylindrischen Spiralfeder in gleicher Entfernung vom Mittelpunkte derselben liegen und folglich die Bewegung der Umgänge bei jeder Grösse der Unruhschwingungen unter sich gleichmässig ist.

Von den flachen Spiralfedern ist diejenige von einer grossen Anzahl dichtgelegter Umgänge zum Isochronismus geeigneter als eine Spiralfeder von derselben Länge, aber von weniger dichtgelegten Umgängen, weil die Spiralfeder, deren Umgänge sich weniger weit vom Mittelpunkte derselben entfernen, während ihrer Thätigkeit mehr Gleichmässigkeit in der Biegung der Umgänge äussert, als eine Spiralfeder deren Umgänge in einen grösseren Umkreis vertheilt sind.

Unserem berühmten Künstler Breguet, welcher der Sache viel Fleiss gewidmet hat, verdanken wir die Erfindung, eine flach gelegte Spiralfeder für den Isochronismus anwendbarer zu machen, da man wegen der geringen Höhe vieler Uhren von der Benutzung einer cylindrischen Spiralfeder abstecken muss. Breguet's Erfindung besteht darin, den äusseren Umgang der Spiralfeder wiederum dem Mittelpunkte zu nähern, und es bestätigt sich, dass dieses eine ausgezeichnete Wirkung für die gleichmässige Biegung der Umgänge der Spiralfeder während ihrer Thätigkeit hervorruft.

Die Form einer cylindrischen Spiralfeder zeigt Taf. XXII. Fig. 8, und diejenige nach Breguet Fig. 9, in mehrfach vergrössertem Maassstabe. Fig. 8 stellt in *a* das obere, und in *b* das untere Ende dar, und zeigt, wie dieselben ihre Biegung zum Punkte der Befestigung bekommen müssen. Es ist sehr anzuempfeh-

len, dass die Befestigung der Enden einer solchen Spiralfeder in der Spiralrolle (*virole*), welche in Fig. 10 von der Seite und von oben gesehen dargestellt ist, und in dem Spiralklößchen (*piton*), welches Fig. 11 von zwei Seiten veranschaulicht, in der nämlichen Entfernung vom Mittelpunkte der Spiralfeder statthabe, als wo die impulsgebende Kraft sich auf den Hebel der Unruhe äussert. Die Befestigungspunkte der Spiralfeder können demnach bei den freien Hemmungen für Chronometer durch die Grösse der Scheibe bestimmt werden. Hierdurch wird nämlich eine Gleichmässigkeit in der Bewegung der Spiralfeder während ihrer Thätigkeit erzielt werden, da die Uebertragung der Kraft auf sie in gleicher Entfernung von ihrem Mittelpunkte, als wo dieselbe auf den Hebel ertheilt wird, stattfindet. Ferner ist zu berücksichtigen, dass die zu befestigenden Enden der Spiralfeder mit einander entweder auf eine und dieselbe, nach dem Mittelpunkte der Spiralfeder gedachte gerade Linie, oder rechtwinklig zu einander zu stehen kommen, oder, was dasselbe ist: dass die Endungen der Spiralfeder gerade übereinander stehen, oder sich im rechten Winkel zum Mittelpunkte befinden müssen. Dieses gilt ebenfalls für flach gelegte Spiralfedern. Die Erfahrung hat gelehrt, dass eine solche Stellung der Endungen der Spiralfeder zu einander auf das Reguliren der Uhr einen wesentlich guten Einfluss ausübt.

Vierter Artikel.*Von der Anfertigung der Spiralfedern.**a. Anfertigung der cylindrischen Spiralfeder.*

Als Material für cylindrische Spiralfedern wähle man einen glatt gezogenen, fein polirten, sogenannten Spiraldraht, den man sich in allen möglichen Stärken verschaffen kann, und fertige nun aus Messing einen Cylinder, dessen Durchmesser gleich einem Drittel des Durchmessers der Unruhe und ungefähr doppelt so lang sein muss, als die zu fertigende Spiralfeder Höhe erhalten soll. In diesen Cylinder bohre man jedem Ende nahe zu ein Loch, schneide Schraubengewinde ein und bringe zwei Schrauben an. Dann setze man den Cylinder auf einen Drehstift im Drehstuhl und befestige die Enden von zwei Spiraldrähten mittelst der einen Schraube am Cylinder, winde die beiden Drähte nebeneinander recht fest auf und befestige dann vermöge der am andern Ende des Cylinders befindlichen Schraube die beiden Enden der Drähte. Oft ist für die bestimmte Anzahl Umgänge der Spiralfeder der Raum zu beschränkt, als dass zwischen den Umgängen noch ein Zwischenraum gleich der Breite des Drahtes bleiben könnte. In diesem Falle ist es nothwendig, neben den für die Spiralfeder bestimmten Draht einen andern viel schmäleren Draht auf den Cylinder aufzuwinden. Ergibt sich nun, dass die für die Spiralfeder bestimmten Umgänge mit der für dieselbe vorhandenen Höhe übereinstimmen, so ist die Spiralfeder folgendermaassen zu härten: Man verschliesse den Cylinder dicht in einen mit feinem Koh-

lenstaub gefüllten Eisenblechkasten, erwärme diesen in einem Kohlenfeuer so lange, bis man überzeugt ist, dass der darin befindliche Cylinder rothglühend ist, öffne dann schnell den Kasten, nehme den Cylinder heraus und führe ihn schnell und möglichst senkrecht in's Wasser. Hierauf schleife man die Windungen der Spiralfeder oben über rein, was mit ganz weichem Holze und etwas zerriebenem groben Roth geschehen kann, und polirt sie dann mit etwas feinerem Roth, löse darauf die beiden Schrauben und nehme die Spiralfeder ab. Nun schleife und polire man die Windungen inwendig mit weichem Holze und Roth auf einem Kork, nehme einen andern Cylinder, als den, worauf die Spiralfeder gehärtet wurde, der jedoch um ein geringes stärker sein muss, als ersterer, und bringe die Spiralfeder darauf, setze dann den Cylinder auf ein Anlassblech und halte dieses so lange über die Spiritusflamme, bis die Spiralfeder hübsch blau angelaufen ist und lasse dann das Ganze langsam abkühlen. Ist dieses geschehen, so sind noch die Enden in die für die Spiralfeder bestimmte Form zu biegen. Hierzu muss eine Zange mit einer hohlen und einer erhabenen Backe vorrätig sein. Hohlung oder Bogen der Backen muss etwas kleiner sein, als der Bogen der jener Spiralfeder zu gebenden Biegung. Nun führe man eines der zu biegenden Enden der Spiralfeder in die Zange und halte letztere etwas nach hinten von der Stelle ab, wo die Feder eingeklemmt ist, so lange über die Spiritusflamme, bis die Backen vorn blau werden, dann lasse man sie abkühlen und das Ende der Feder wird die für dasselbe bestimmte Biegung erhalten haben. Im Falle die Biegung noch nicht

richtig sein sollte, muss man die Behandlung noch ein oder mehrere Male wiederholen. Ganz ebenso handle man dann das zu biegende zweite Ende der Spiralfeder.

Auf solche Weise hergestellte Spiralfedern sind jedenfalls die vorzüglichsten; man wird aber auch schon eine recht brauchbare Spiralfeder erhalten, wenn man den Spiraldraht durch Ziehen so hart wie möglich macht, ihn dann fein polirt, auf den Cylinder windet und blau anlässt. Zu diesem Zwecke ist aber der Cylinder etwas kleiner als sonst zu wählen, da sich die Spiralfeder, nachdem sie gelöst ist, wieder etwas auseinander gibt; auch muss eine so hergestellte Spiralfeder jedenfalls, nachdem die Uhr damit einige Zeit gegangen ist, untersucht werden, da sie in der Regel in der ersten Zeit ihrer Thätigkeit noch ein wenig nachlässt.

Um eine schöne und gute Spiralfeder herzustellen, bedarf es unbedingt einer sehr sorgfältigen Behandlung und Gewandtheit in der Arbeit.

b. Die Herstellung der Biegung an der flachen Spiralfeder (à la Breguet).

Da man bei der Spiralfeder die genaue Länge zum Voraus nicht bestimmen kann, so biege man, nachdem sie die ungefähre Länge erhalten hat, den äusseren Umgang etwas in die Höhe und lege denselben in einen solchen Bogen um den Mittelpunkt der Spiralfeder, wie solchen die Entfernung des Befestigungspunktes im Spiralklößchen vom Mittelpunkte verlangt, befestige letztere, setze sie auf die Unruhe und untersuche, ob die Schwingungen der Unruhe die bestimmte

Geschwindigkeit haben. Im Falle etwaiger Abweichung muss die Länge der Spiralfeder verändert werden, bis die Schwingungen einigermaassen berichtigt sind. Hierauf ist die Biegung des äusseren Umganges der Spiralfeder nach Maassgabe der in Fig. 9, Taf. XXII dargestellten Form auszuführen. Um dieses Knie herzustellen, nehme man eine recht kräftige Kornzange, lege die Spiralfeder auf eine Horn- oder Elfenbeinplatte, fasse sie an der Stelle, wo die Biegung gemacht werden soll, recht fest mit der Zange an und ziehe mit einer andern Zange das Ende vorsichtig und gerade in die Höhe. Auf diese Weise wird man die erste Biegung erhalten. Nun fasse man die Spiralfeder an der Stelle, wohin die zweite Biegung kommen soll, und biege das Ende vorsichtig gerade herunter. Hiermit wird das Knie gebogen sein. Die übrige Biegung ist nach der in Fig. 9 dargestellten zu vollenden.

Um im Biegen einer solchen Spiralfeder die nöthige Gewandtheit zu erlangen, ist es von grossem Nutzen, sich an schlechten Spiralfedern einige Zeit zu üben, da in der Regel die ersten Versuche misslingen.

SIEBENZEHNTES CAPITEL.

Vom Reguliren der Uhren.

Erster Artikel.

a. Das Reguliren der Uhren durch Anwendung des Rückers.

Die Mehrzahl der zum bürgerlichen Gebrauche bestimmten Uhren sind so eingerichtet, dass man durch einen einfachen Mechanismus die Spiralfeder nach Erforderniss um ein Geringes kürzer oder länger machen kann, wodurch die Schwingungen der Unruhe natürlich geschwinder oder langsamer gemacht werden. Dieses geschieht durch Anwendung des Rückers, welcher auf dem Unruhkloben (*coq*) so angebracht wird, dass er sich um den Mittelpunkt der Unruhe eine gewisse Strecke drehen lässt. In dem Flügel des Rückers sind zwei Stifte in einer geringen Entfernung von einander und vom Mittelpunkte der Unruhe so angebracht, dass ihr Zwischenraum gerade über den äusseren Umgang der Spiralfeder trifft. Je nachdem nun der äussere Umgang der Spiralfeder in einer Ebene mit den übrigen Umgängen oder hochgelegt und dem Mittelpunkte der

Spiralfeder genähert ist, muss der eigentliche Platz für die beiden Stifte, zwischen welchen der äussere Umgang der Spiralfeder sich befinden soll, bestimmt werden. Die Entfernung jener beiden Stifte voneinander muss bei einer Spiralfeder nach Breguet ungefähr das Zweifache und bei der ganz flachen Spiralfeder ungefähr das Dreifache der Stärke der Spiralklinge betragen, damit letztere einen hinreichenden Spielraum dazwischen bekommt; denn die Klinge darf sich zwischen besagten Stiften nicht klemmen; doch darf sie auch nicht soviel Spielraum haben, dass sie in ihrer Bewegung während der Schwingungen der Unruhe die Stifte etwa nicht berührte, denn wenn dies der Fall wäre, so würde eine Verstellung des Rückers ohne allen Einfluss sein, da die Länge der Spiralfeder unverändert bliebe.

Ohne Anwendung des Rückers würde man ohne viel Mühe kein zweckmässiges Mittel zur Erlangung eines gewissen Grades von Regelmässigkeit im Gange der gewöhnlicheren Uhren in Händen haben.

b. Die Anwendung des Compensateurs, um die Compensation an der Spiralfeder herzustellen.

Der Compensateur ist ein aus zweien Metallen von verschiedener Ausdehnbarkeit bestehender Mechanismus, der am Flügel des Rückers angebracht wird. Ein solcher Compensateur bildet einen Flügel, der vom Flügel des Rückers ab, wo derselbe befestigt wird, in einem Bogen auf ungefähr ein Viertel des Kreises ausläuft und dann nach innen gebogen wieder in einem Kreise nach dem Anfangspunkte zurückläuft und da endet. In dieses Ende wird über die Mitte des Rücker-

flügels ein Stift so angebracht, dass dieser den äusseren der beiden Stifte bildet, zwischen welchen die Klinge des äusseren Umganges der Spiralfeder sich bewegen soll, wie oben gesagt wurde. Der innere Stift muss, wie oben, im Rückerflügel angebracht werden.

Der Flügel des Compensateurs besteht aus Stahl und Messing, welche Metalle so miteinander zu verbinden sind, dass Messing den inneren und Stahl den äusseren Theil des Flügels bildet. Nach Maassgabe der verschiedenen Ausdehnung und Zusammenziehung dieser beiden Metalle bei Wärme und Kälte findet die Wirkung eines solchen Compensateurs folgendermassen statt:

Wenn die beiden Stifte, zwischen welche der äussere Umgang der Spiralfeder zu liegen kommt, bei einer mittleren Temperatur sich in einer solchen Entfernung von einander befinden, dass die dazwischen liegende Spiralklinge den gehörigen Spielraum hat, und man dann die Vorrichtung einem erhöhten Wärmegrad aussetzt, so wird in Folge der ungleichmässigen Ausdehnung der beiden Metalle die Entfernung der beiden Stifte von einander geringer, folglich auch die Bewegung der Spiralklinge zwischen denselben geringer sein, was gleiche Wirkung hat, als wäre die Spiralfeder kürzer gemacht worden. Die Spiralfeder ist aber durch die erhöhte Wärme um ein Geringes länger geworden, und somit wird eine Ausgleichung stattfinden, da der Compensateur unter Wirkung der Wärme dahin strebt, die Spiralfeder zu verkürzen, während die Wärme selbst sie verlängert. Setzt man dagegen den Apparat der Kälte aus, so wird die Wirkung des Compensateurs der obigen Wirkung entgegengesetzt

sein, weil die Kälte das Messing mehr zusammenzieht als den Stahl, in Folge davon die Entfernung der beiden Stifte von einander grösser werden und mithin die Spiralklinge mehr Spielraum bekommen wird, was von gleicher Wirkung ist als wäre die Klinge länger gemacht worden; sie wird aber durch die Kälte in Wirklichkeit kürzer, folglich wird hier ebenfalls eine Ausgleichung stattfinden, da der Compensateur unter Wirkung der Kälte dahin strebt, die Spiralfeder länger zu machen, während die Kälte selbst sie kürzer macht.

Bei Uhren, die nicht mit der Compensations-Unruhe versehen sind, kann ein solcher Compensateur mit gutem Erfolge angewendet werden, da vermöge desselben den nachtheiligen Wirkungen der Temperaturveränderungen auf die Spiralfeder kräftig entgegengestrebt wird.

Zweiter Artikel.

Den Isochronismus der Unruhschwingungen durch die Spiralfeder herzustellen.

In Art. 3 des Cap. XVI. haben wir gesehen, dass man zum Isochronismus der Unruhschwingungen durch die Spiralfeder gelangen kann, indem nämlich, je nachdem die Länge oder die Form der Spiralklinge verändert wird, die grossen Unruhschwingungen mehr oder weniger beschleunigt oder langsamer gemacht werden als die kleineren. Die Erfahrung hat aber gelehrt, dass ein ganz vollkommener Isochronismus

der Unruhschwingungen eben nicht vortheilhaft ist, dass es vielmehr, um einen recht regelmässigen Gang des Chronometers zu erzielen, zweckmässig erscheint, von dem vollkommenen Isochronismus bis zu einem gewissen Grade abzuweichen, nämlich den kleineren Unruhschwingungen etwas mehr Geschwindigkeit zu geben als den grossen, so dass der Chronometer, wenn er mit Schwingungsbogen der Unruhe = 450 Graden nach der mittleren Zeit regulirt ist und man durch eine Verminderung der Triebkraft den Schwingungsbogen um 150 Grade verkleinert, in einem Zeitraum von 24 Stunden ungefähr 5 bis 6 Secunden vorgeht.

Nach längerem Gange des Chronometers wird die Spiralfeder ein wenig schlaff, wodurch eine wenn auch sehr unbedeutende Verzögerung in dem Gange bewirkt wird. Dann ist auch das Eintrocknen oder Dickwerden des Oeles an den Zapfen des Räderwerkes und der Unruhachse in Betracht zu ziehen, wodurch die Schwingungsbogen der Unruhe an Ausdehnung nach und nach abnehmen müssen. Um der hierdurch entstehenden Verzögerung des Ganges nun entgegen zu wirken, ist das beste Mittel, die Spiralfeder so einzurichten, dass die kleinen Schwingungen der Unruhe ein wenig geschwinder vollendet werden als die grossen. Ein fernerer Grund, wesshalb man eine vollkommen isochronische Spiralfeder nicht anwenden darf, ist nachstehender:

Wenn die Reibung der Zapfen der Unruhachse in vertikaler und horizontaler Lage der Uhr bei einer Temperatur von 14 bis 18° Réaumur sehr gleichmässig ist, so wird der Gang auch gleichmässig sein. Befindet

sich aber die Uhr in einer Temperatur von einigen Graden unter Null, so dass das Oel erstarrt, dann wird die Reibung der Zapfen der Unruhachse vermehrt und überdies auch nicht mehr gleichmässig sein, dieselbe wird nämlich bei vertikaler Lage der Uhr mehr betragen als bei horizontaler Lage. Durch die vermehrte Zapfenreibung entsteht aber eine Verzögerung, ein Nachgehen der Uhr. Die Schwingungsbogen der Unruhe werden kleiner. Wenn also eine Spiralfeder angewendet wird der Art, dass die kleineren Schwingungsbogen um so viel geschwin- der vollendet werden, als die Uhr schuld der vermehr- ten Reibung der Zapfen der Unruhachse nachgeht, so erzielt man eine Regelmässigkeit im Gange der Uhr, welche sich bei den verschiedensten Temperaturen er- hält.

Es ist nun unsere Aufgabe, diejenige Länge der Spiralfeder zu ermitteln, bei welcher die Unruhschwin- gungen, die in Folge einer unbedeutenden Erschlaffung der Spiralfeder, durch das Dickwerden des Oeles, so wie durch die vermehrte Reibung der Zapfen der Un- ruhachse bei hohem Kältegrade eine Verkürzung und Verzögerung erleiden, in einer und derselben Zeit, wie solche die grossen Schwingungsbogen bedürfen, voll- endet werden.

Nachdem die Uhr so weit fertig ist, dass sie, wenn man sie aufzieht, in völligem Zustande des Gehens ist, so ist es Zeit, die Versuche über den Isochronis- mus der Unruhschwingungen vorzunehmen. Zu diesem Behufe richte man die Zeiger genau nach denjenigen des astronomischen Regulateurs, von dessen richtigem Gange man zur Genüge überzeugt ist, lasse die Uhr

24 Stunden gehen, vergleiche sie nach dieser Zeit mit dem Regulateur, und bemerke sich, im Fall die Angabe der Zeit nicht mit der des Regulateurs übereinstimmt, die Abweichung. Hierauf vermindere man die Triebkraft der Uhr durch Einbringung einer schwächeren Zugfeder, worauf folgerecht die Schwingungsbogen der Unruhe kleiner werden, und lasse die Uhr wieder 24 Stunden gehen, vergleiche nach Ablauf derselben auf's Neue mit dem Regulateur und bemerke sich ebenfalls die etwaige Abweichung. Stellt sich bei der Zusammenstellung mit der ersten Beobachtung heraus, dass der Gang während der kleineren Unruhschwingungen um 5 bis 6 Secunden vorgeeilt ist, so ist die Spiralfeder für die Uhr sehr geeignet. Sollte sich aber aus der Vergleichung ergeben, dass der Gang mehr als 5 bis 6 Secunden vorgeeilt oder im Gegentheil noch um einige Secunden zurückgeblieben wäre, dann ist einleuchtend, dass die Spiralfeder für die Uhr nicht vollkommen geeignet ist, und es wäre dann eine Spiralfeder anzuwenden, die zwar für die nämlichen Schwingungen passte, aber je nach Verhältniss des Ganges entweder kürzer oder länger sein müsste.

Bei Chronometern, welche mit einer Hemmung von stetiger Kraft (*Echappement à force constante*) versehen sind, sind die Versuche über den Isochronismus ebenfalls nach obigen Angaben vorzunehmen. Zu diesem Zwecke hat man nur nach dem ersten Vergleiche des Ganges von 24 Stunden mit dem Regulateur die impulsgebende Spiralfeder durch eine schwächere zu ersetzen, weil man dadurch die Unruhschwingungen auf eine kleinere Grösse zurückführt, und dann den

Gang von 24 Stunden wieder mit dem Regulateur zu vergleichen.

Oft gelangt man erst nach vielen Versuchen und mehrmaliger Veränderung der Länge der Spiralfeder zu dem gewünschten Ziele.

Dritter Artikel.

Die Art und Weise, die Uhren in verschiedenen Lagen zu reguliren.

Da es unmöglich ist, die Taschenuhren immer in einer und derselben Lage zu erhalten, so ist es von grosser Nothwendigkeit, sie in verschiedenen Lagen zu reguliren, damit der Gang, wenn sich die Uhr in vertikaler Lage befindet, völlig mit demjenigen in horizontaler Lage übereinstimmt. Um dieses zu erreichen, beachte man folgende Regeln:

1. Die Zapfen der Unruhachse hat man von einem möglichst kleinen Durchmesser im Verhältniss zur Grösse und dem Gewichte der Unruhe zu fertigen und ihnen eine genügende Härte zu geben. Sie sind sehr fein zu poliren, damit möglichst geringe Reibung in den Löchern stattfinde.
2. Für die Unruhe sind olivenförmige Steinlöcher anzuwenden, wobei eine weit geringere Reibung, als bei cylindrischen Steinlöchern stattfindet.
3. Die Enden der Zapfen, welche die Decksteine (Contrepivots) berühren, sind fast ganz flach

zu machen, wodurch die Reibung in horizontaler Lage der Uhr mit der in vertikaler Lage ausgeglichen wird.

4. Es ist nothwendig, die Spiralfeder auf der Unruhachse mit grösster Sorgfalt in passender Höhe anzubringen und ihre Umgänge so zu legen, dass sie gehörig concentrisch zur Achse sind, damit die Spiralfeder sich ganz ungezwungen zu bewegen vermöge.

Ist Alles gehörig berücksichtigt, so stelle man Versuche über den Gang der Uhr in verschiedenen Lagen folgendermassen an:

Man ziehe die Uhr auf, richte sie genau nach dem Regulateur und lasse sie eine Anzahl Stunden in vertikaler Lage gehen, vergleiche sie dann mit dem Regulateur und bemerke sich die etwaige Abweichung. Dann ziehe man die Uhr wieder auf, richte sie auf's Neue nach dem Regulateur, lasse sie nun eine gleiche Anzahl Stunden in horizontaler Lage gehen und notire sich ebenfalls die stattgehabte Abweichung.

Hierauf vergleiche man die Resultate beider Versuche. Findet man, dass sie gleich sind, so ist alles Wünschenswerthe erreicht; im Gegenfalle aber, z. B. wenn der Gang in vertikaler Lage langsamer wäre als in horizontaler Lage, so ist erforderlich, die Zapfenenden der Unruhachse noch flächer zu machen, in Folge davon die Reibung in horizontaler Lage der Uhr vermehrt wird, wodurch sich im Gange eine Verzögerung ergibt, die das frühere Voreilen aufzuheben vermag. Angenommen aber, der Gang in vertikaler Lage der Uhr wäre geschwinder als in horizontaler Lage, so müssten natürlich die Zapfenenden mehr abgerundet

werden, damit die Reibung in horizontaler Lage der Uhr vermindert werde, wodurch der Gang in dieser Lage mehr beschleunigt wird.

Wenn auch eine kleine Verschiedenheit in der Grösse der Unruhschwingungen, in Folge der Reibung der Zapfen der Unruhachse in verschiedenen Lagen der Uhr statt hat, wodurch eine geringe Veränderung im Gange entsteht, und diese Veränderung des Ganges auch durch eine geeignete Spiralfeder gänzlich aufgehoben würde (siehe Art. 2.), so ist es dennoch sehr von Wichtigkeit, oben erwähnte Versuche genau anzustellen und die Reibung der Zapfen der Unruhachse in den verschiedenen Lagen der Uhr möglichst gleichmässig zu machen.

Vierter Artikel.

Das Reguliren der Chronometer und die Behandlungsweise, eine genaue Compensation in den verschiedenen Temperaturen durch die Unruhe zu erlangen.

Nachdem der Chronometer so weit vorgearbeitet ist, dass er mit einer Spiralfeder von geeigneter Länge und passender Kraft für die bestimmte Anzahl Schwingungen versehen ist und solche Spiralfeder die Eigenschaft besitzt, die Unruhschwingungen bis zu einem gewissen Grade isochronisch zu machen (was ursächlich des Princip's von Art. 2. erreicht wird), und wenn ferner die Reibung der Zapfen der Unruhachse möglichst gleichmässig gemacht wurde (wie solches kraft

Art. 3. zu erzielen ist), dann ist es Zeit, die genauere Regulirung vorzunehmen.

Ist das Gewicht der Unruhe so bestimmt worden, dass der Gang des Chronometers mit der mittleren Zeit ziemlich übereinstimmt, so vollende man die Regulirung mit Hülfe der an der Unruhe angebrachten Regulirschrauben, die nach Erfordern dem Mittelpunkte der Unruhe genähert und davon entfernt werden können, wie aus der Beschreibung der Compensations-Unruhe Cap. XV Art. 1 und Taf. XXII Fig. 1, 2 und 3 zu entnehmen ist. Im Falle die Uhr nachgeht, nähere man die Schrauben *b* oder *d* dem Mittelpunkte der Unruhe; im Falle sie vorgeht, entferne man die Schrauben vom Mittelpunkte. Nothwendig ist es, strenge darauf zu achten, dass das Verstellen der sich gegenüberstehenden Schrauben höchst gleichmässig geschehe, damit die Unruhe nicht aus dem Gleichgewichte komme. Hat man nun in einer gleichmässigen Temperatur durch dieses Mittel den Gang der Uhr soweit corrigirt, dass sie genau einem erprobten astronomischen Regulateur folgt, so ist das Reguliren der Compensation vorzunehmen.

Behufs der Anstellung von Versuchen zu diesem Zwecke ist es vortheilhaft, sich einen aus Eisenblech bestehenden Apparat zu verschaffen, der mit mehreren Räumen versehen und in allen Wandungen verschliessbar ist und unter den eine Spirituslampe in beliebiger Entfernung vom Boden placirt werden kann. Erwähnte Räume müssen so gross sein, dass man einen Thermometer darin anbringen kann. Unter diesen Apparat setze man die Spirituslampe in solcher Entfernung vom Boden, dass die Flamme nach einiger Zeit in

den oberen Räumen des Apparats eine Wärme von 30 bis 35° Reaumur erzeugt. Diese Wärme suche man gleichmässig zu erhalten, was bei beständiger Beobachtung des Thermometers leicht zu erreichen ist. Jetzt bringe man den Chronometer in den Raum, wo der Thermometer befindlich ist, setze ihn etwa 12 Stunden lang der Wärme aus und beobachte dabei ob der Gang des Chronometers genau dem des Regulateurs folge oder ob er schneller oder langsamer sei, und notire sich die etwaige Abweichung. —

Alsdann stelle man den zweiten Versuch bei kalter Temperatur, womöglich einige Grade unter dem Gefrierpunkte, an.

Im Winter ist es leicht, solchen vorzunehmen, während des Sommers aber muss man sich des Eises bedienen. Man erlangt schon einen bedeutenden Kältegrad, wenn man Eis und Kochsalz zu gleichen Theilen miteinander vermengt. Einen höheren Kältegrad erhält man durch die Mischung von 3 Theilen Eis und 2 Theilen Salpetersäure; und durch eine Mischung von 10 Theilen zerstoßenem Eis, 4 Theilen Kochsalz, 2 Theilen Salmiak und 2 Theilen Salpeter erhält man einen Kältegrad von 20 bis 22° Reaumur. Es versteht sich von selbst, dass das Experiment in diesem Falle in einem dazu geeigneten Keller vorzunehmen ist. In diese Temperatur bringe man den Chronometer, lasse ihn gleicherweise 12 Stunden, wie beim ersten Versuche gehen und beobachte den Gang genau. Stellt sich nun daraufhin heraus, dass die Uhr in der Wärme nachgeht, so ist einleuchtend, dass die Compensation nicht stark genug ist. Es müssen daher die auf den Flügeln der Unruhe angebrachten, laut Cap. XV ver-

stellbaren Gewichte a (siehe Taf. XXII. Fig. 1, 2 und 3) mehr nach den Enden der Flügel versetzt werden, in Folge davon die Compensation verstärkt wird. (Zu beachten ist, dass man die Uhr nicht zu schnell aus der Kälte in die Wärme bringe, wobei die verschiedenen Theile anlaufen und so die Stahltheile rosten würden.) Nachdem man nun auf's Neue den Gang der Uhr in den verschiedenen Temperaturen beobachtet und sich zeigt, dass die Uhr immer noch nachgeht, dann sind die compensirenden Gewichte noch weiter gegen das Ende der Flügel zu versetzen. Findet man dagegen, dass die Uhr in der Wärme vorgeht, so ist folgerecht die Compensation zu stark, und die compensirenden Gewichte müssen mehr zurück nach den Schenkeln der Unruhe gestellt werden. Die betreffenden Versuche müssen so lange fortgesetzt werden, bis man die Stellung gefunden hat, bei welcher der Gang des Chronometers in den verschiedensten Temperaturen sich gleich bleibt.

Angenommen jedoch, das Verstellen der Gewichte auf den Flügeln der Unruhe sei nicht hinreichend, den Gang der Uhr in den verschiedenen Temperaturen gleichmässig zu machen, so würde man genöthigt sein, das Gewicht der compensirenden Massen entweder zu vermehren oder zu vermindern, und dann nach den oben angezeigten Methoden die Compensation zu vollenden.

Im Falle nun das Gewicht der compensirenden Massen zu verändern wäre, so ist erforderlich, dass das Reguliren der Uhr durch die Regulirschrauben auf's Neue vorgenommen wird. Sollte zu dem Ende das Verstellen jener Schrauben nicht hinreichend sein,

so ist es nöthig, beim Vorgehen der Uhr das Gewicht der Schrauben zu vermehren, beim Nachgehen deren Gewicht zu vermindern. Wenn man aber an den compensirenden Gewichten und den Regulirschrauben etwas verändert, ist es von grösster Wichtigkeit, darauf zu achten, dass die Unruhe nicht ausser Gleichgewicht komme.

Man trage überhaupt die grösste Sorge dafür, die Compensation genau zu reguliren, denn sie ist es hauptsächlich, von der die äusserste Richtigkeit eines Chronometers unter wechselnden Temperaturen abhängt.

Haben die verschiedenen Versuche zu dem gewünschten Ziele geführt, dann muss schliesslich noch der Gang des Chronometers längere Zeit mit dem Gange der astronomischen Pendeluhr, die nach den Fixsternen genau regulirt ist, verglichen und genau untersucht werden, ob nicht noch geringe Abweichungen statthaben, die man dann mit Hülfe der oben angezeigten Mittel zu beseitigen hat.

ACHTZEHNTES CAPITEL.

Von der Wahl und dem Präpariren des Oeles und dessen Anwendung in Uhren.

Erster Artikel.

Die Wahl und das Präpariren des Oeles für Uhren.

Die Oele sind in ihrer Beschaffenheit so sehr von einander verschieden, dass man, um ein Oel mit Vortheil für Uhren anzuwenden, bei dessen Wahl sehr vorsichtig sein muss. Manche Oele sind sehr leicht zum Dickwerden und Vertrocknen geneigt, andere hinwieder enthalten eine Schärfe, wodurch die Metalle angegriffen werden; beide Eigenschaften üben aber einen äusserst schädlichen Einfluss auf Uhren aus.

Einige an und für sich weniger gute Oele lassen sich zwar durch chemische Behandlung verbessern; dennoch ist es selten, dass man ein Oel gewinnt, das wirklich ausgezeichnet und besser wäre als dasjenige, welches sich aus reinem Olivenöl absondern lässt. Um ein Oel zu erhalten, wie es am tauglichsten ist, wende man sich im Winter bei ziemlicher Kälte an eine Handlung, die eine bedeutende Quantität vom besten Olivenöl

vorräthig hält und suche von dem Oel zu bekommen, das sich jederzeit unter dem gefrorenen Oele flüssig vorfindet. Von diesem flüssig gebliebenen Oele suche man wo möglich ein paar Flaschen zu bekommen, filtrire es durch sogenanntes Filtrirpapier und setze es dann auf's Neue einer ziemlich bedeutenden Kälte aus. Findet man, dass das Ganze gleichmässig zum Erstarren übergehen will, so ist das Oel bis dahin durch die Kälte präparirt.

Demnächst sind Versuche anzustellen, ob das Oel auch noch irgend eine Schärfe enthalte, die auf Metalle nachtheilig einwirken könnte, oder ob es vielleicht zum Dickwerden oder Vertrocknen geneigt sei. Zu diesem Behufe nehme man eine Stahl- und eine Messingplatte, welche fein abgeschliffen sein müssen, gebe auf beide eine geringe Quantität Oel und stelle dann die Platten eine Zeit lang an einen Ort, wo sie gut vor Staub geschützt, aber einer wechselnden Temperatur ausgesetzt sind. Wenn nun nach einiger Zeit auf der Oberfläche jener Platten sich keine Veränderung zeigt und sich herausstellt, dass das Oel sich in gleichem Grade der Flüssigkeit und in gleicher Quantität erhalten hat, so ist es als vollkommen brauchbar zu betrachten. Man bewahre es in gut verschlossenen Flaschen an einem etwas kühlen und vom Tageslichte nicht berührten Orte auf.

Sollte sich dagegen zeigen, dass das Oel den Stahl oder das Messing irgendwie angreift und zum Vertrocknen oder Dickwerden geneigt ist, so darf es für Uhren nicht verwendet werden und alle weiteren Versuche, es dazu tauglich zu machen, würden überflüssig sein.

Eine andere Sorte Oel ist das thierische, das man, wenn es vorsichtig zubereitet wird, ebenfalls mit Vortheil für Uhren verwenden kann. Unter den thierischen Oelen ist namentlich dasjenige, welches man aus den Ochsenfüßen erhält, sehr anzuempfehlen. Die Art und Weise dieses Oel zu gewinnen und zuzubereiten ist folgende:

Man nehme die vier Unterbeine mit den Füßen von einem frisch geschlachteten fetten Ochsen, der etwa drei Jahre zählt, entferne die Klauen davon und spalte die Knochen der Länge nach auf, achte aber darauf, dass von dem flüssigen Mark nichts verloren gehe, lege dann die geöffneten Knochen in ein irdenes Kochgeschirr und giesse warmes Wasser darauf, erhitze dasselbe bis beinahe zum Sieden, nehme das Gefäß vom Feuer und fülle das Fett von der Oberfläche des Wassers, lasse das Ganze abkühlen und giesse es in die gewöhnlichen langen Oelgläser, in denen man die Absonderung des Wassers vom Oel am besten vornehmen kann. Nach einiger Zeit wird man das Oel abtrennen können, dadurch, dass man oben in das Glas etwas über der Wasserfläche mit einem Stichel ein kleines Loch bohrt, wohindurch das Oel ablaufen kann. Man achte darauf, dass das Glas während dieses Vorganges nicht gerührt werde.

Das so gewonnene Oel filtrire man, giesse es in ein Glass und setze es einem ziemlich hohen Kältegrade aus. Sollte ein Theil früher erstarren als der andere, so suche man den flüssigen Theil vom erstarrten zu trennen und stelle nun damit die weiteren Versuche über das Vertrocknen, Dickwerden und sonstige Einflüsse auf die Metalle an.

Zweiter Artikel.

Die Anwendung des Oeles in Uhren.

Die Anwendung des Oeles für die Hemmungen der Uhren hat ihre bestimmte Grenze. Diejenigen Hemmungen, welche während der Impulsion eine bedeutendere Reibung erleiden, als Anker- und Cylinderhemmungen, müssen allerdings an den reibenden Stellen mit einer geringen Menge Oel versehen werden, ausgenommen die Gabel bei der Ankerhemmung, wenn dieselbe aus einem geeigneten Metall angefertigt wurde (siehe Cap. VI Art. 2).

Die freien Hemmungen für Chronometer bedürfen da, wo die Reibung während der Impulsion stattfindet, keines Oels; denn die Reibung ist an diesen Stellen sehr geringfügig und gleicht mehr einem Stosse. Es würde sogar sehr nachtheilig auf den Gang einwirken, wenn man die verschiedenen Theile dort, wo die Berührungen im Gange vorkommen, mit Oel versehen wollte. Von dieser Seite aus betrachtet hat man für Chronometer viel gewonnen. Die Zapfen hingegen sind bei allen Hemmungen mit der erforderlichen Menge Oel zu versehen und ist besonders auch darauf zu achten, dass die Zapfenenden, welche gegen Decksteine gehen, Oel bekommen.

NEUNZEHNTES CAPITEL.

Die Bearbeitung der Edelsteine zu jeglichem Gebrauche für Uhren und Beschreibung der bei dieser Arbeit anzuwendenden Maschinen und Vorrichtungen nach des Verfassers Erfahrungen und Verbesserungen.

Bei dem gegenwärtigen Standpunkte der Uhrmacherei ist die Kunst, die Edelsteine zu bearbeiten, für jeden Uhrmacher ein sehr wichtiger Gegenstand geworden. Durch Verwendung der Edelsteine zu gewissen Theilen in Uhren und besonders in solchen, von denen ein ganz regelmässiger Gang erwartet wird, ist sehr viel gewonnen worden, da man durch sie die Abnutzung verschiedener Theile vermeidet, die Reibungen vermindert und gleichmässig macht.

Wenn auch die Bearbeitung der Edelsteine zum Zwecke der Uhrmacherei eine ziemliche Geschicklichkeit verlangt, so ist sie doch für den Uhrmacher mit geringen Schwierigkeiten verbunden, da derselbe fast täglich Arbeiten auszuführen hat, die wenigstens ebenso viel Kunstfertigkeit voraussetzen. Dass trotzdem bis jetzt nur Wenige unter den Uhrmachern mit der Bearbeitung der Edelsteine vertraut sind, hat seinen

Grund wohl darin, dass die jenes Fach betreibenden Künstler ihre Kenntnisse und Erfahrungen meistens als Geheimnisse bewahren. Sehr häufig befinden sich daher Uhrmacher in nicht geringer Verlegenheit, wenn sie einen zerbrochenen oder ungeschickt angefertigten Stein durch einen andern ersetzen sollen. Ich glaube also durch Aufstellung der bei dieser Kunst in Anwendung zu bringenden Arbeitsmethoden zu nützen, indem ich dadurch den Uhrmachern die Mittel an die Hand gebe, wodurch sie den Edelsteinen zu ihrem Gebrauche die erforderlichen Formen zu geben vermögen, ohne dazu einer weitem praktischen Anleitung zu bedürfen. Zu diesem Behufe ist aber vor Allem nöthig, einige Worte über die Eigenschaften und die Auswahl der zu verwendenden Steine, worauf grosse Aufmerksamkeit zu richten ist, vor auszuschicken.

Man bedient sich behufs der Uhrmacherei hauptsächlich der Diamanten, Saphire, Rubine und Chrysolithe. Die richtige Auswahl dieser Steine ist sehr wichtig. Zunächst untersuche man mit Hülfe eines sehr guten Mikroskopes, ob die Steine nicht mit Flecken, Rissen, Bläschen, noch mit sonstigen fehlerhaften Stellen behaftet sind. Ferner hängt von der Härte der Steine Vieles ab. Dieselbe ist sehr verschieden. Ich glaube versichern zu dürfen, dass der Saphir in dieser Hinsicht gleich nach dem Diamanten kömmt, nach jenem erst der Rubin und dann der Chrysolith. Diese Ueberzeugung habe ich durch öfter angestellte Versuche gewonnen.

Die Auswahl beim Saphir und Chrysolith ist sehr leicht, dagegen hat die des Rubins Schwierigkeiten, da es davon mehrere Sorten gibt. Für Uhren sollte

nur der orientalische Rubin gewählt werden. Die Spinellrubine und Balaisrubine sind ihrer geringen Härte wegen zu verwerfen. Man erkennt den letztgenannten leicht daran, dass seine Farbe derjenigen des Weinessigs gleicht und des milchigen Reflexes entbehrt. Die rothe Farbe des Spinellrubins ist reiner und durchsichtiger. Der orientalische Rubin hat eine violette Farbe und ein sammetartiges Ansehen, wodurch seine Durchsichtigkeit etwas beeinträchtigt wird; ferner ist sein Glanz weit lebhafter und seine Härte, wie bereits erwähnt wurde, grösser als die der andern Rubine; ausserdem übertrifft er sie auch an specifischem Gewichte.

Um das Verhältniss der Härte der Edelsteine zu ermitteln, darf man nur dieselben an einander reiben: derjenige Stein, der den andern zu ritzen vermag, ohne selbst geritzt zu werden, ist jederzeit der härtere. Auch dadurch, dass man die zu prüfenden Steine aus dem Gröbsten schleift, kann man ihre verschiedene Härte ermitteln, wobei man den Grad der letzteren aus dem grösseren oder geringeren Widerstande erkennt, den der Stein der Schleifscheibe entgegensetzt.

Die Härte der Edelsteine gewährt ausser dem mechanischen Vortheile auch noch den, dass die Schönheit der Politur dadurch begünstigt wird.

Die Farbe anlangend, verdient der orientalische Rubin seiner schönen rothen Farbe wegen den Vorzug vor dem Saphir, und dieser wieder vor dem Chrysolith.

Für die Bearbeitung genannter Steine ist der Diamant unentbehrlich. Nur mittelst des Diamanten ist man im Stande, den andern Edelsteinen jede belie-

bige Form zu geben. Er selbst lässt sich nur durch seine eigene Masse schleifen und poliren. Zur Bearbeitung der Edelsteine bediene man sich des schwarzen undurchsichtigen Diamanten, der bedeutend weniger kostspielig ist als der durchsichtig glänzende und an Härte dem letzteren nicht nachsteht.

Erster Artikel.

Die Vorbereitung des Diamanten zum Drehen und Vorschleifen der rohen Edelsteine. — Die Bereitung des Diamantpulvers zum Bohren, Schleifen und Poliren der Edelsteine. — Beschreibung der hierzu erforderlichen Hilfsmittel.

Man zerschlage den zu verarbeitenden Diamanten in kleinere Splitter, wozu sich ein Mörser, wie er auf Taf. XXIII, Fig. 2 in halber Naturgrösse dargestellt ist, am besten eignet. Dieser Mörser besteht aus einem Stahlrohre *A*, in das ein Stößel *B* genau passen muss, jedoch ohne sich zu klemmen. Beide Theile müssen unten ganz flach und der Stößel gut gehärtet sein. Man setze nun das Rohr auf eine ziemlich starke und gehärtete Stahlplatte, lege das Stück Diamant hinein, setze den Stößel auf und ertheile ihm starke Schläge, bis der Diamant in mehrere Stücke zersplittert ist. Dabei aber halte man das Rohr fest auf die Platte. Von dem so zerschlagenen Diamanten wähle man die passendsten Stückchen zu Sticheln. Diese Stücke müssen nun in 3—4 Zoll lange Messing- oder Stahldrähte festgenietet oder gelöthet werden. Fig. 3,

4, 5 und 6 stellt solche Stichel in natürlicher Grösse dar. Ferner sind zwei Schleifscheiben (*Lapidaires*), welche zum Vorschleifen der rohen Steine angewendet werden, anzufertigen. Zu diesem Zwecke schlage man die übrigen Stücke Diamant in ziemlich kleine Splitterchen, zur Verwendung zu den Schleifscheiben. Eine solche Schleifscheibe ist in Fig. 16 in halber Naturgrösse dargestellt, und wird bei ihrer Anwendung in die Spindel der Steindrehbank (in Fig. 24 ebenfalls in halber Naturgrösse dargestellt) hineingeschraubt. Die Scheibe besteht aus Messing. In ihre vordere Fläche werden die Diamantsplitterchen fest hineingeschlagen, was auf folgende Art geschehen kann:

Man vertheile nämlich die Diamantsplitter etwas ausgebreitet auf eine harte Stahlplatte, lege dann die Scheibe darauf und schlage so lange darauf, bis der Diamant sich in das Messing fest hineingesetzt hat, und fahre mit dieser Arbeit so lange fort, bis die Fläche der Scheibe überall gut mit Diamant versehen ist. Sehr nützlich ist es, zwei solche Schleifscheiben zu machen, wovon die eine mit ziemlich groben und die andere mit feineren Diamantsplittern versehen wird.

Behufs der Bereitung des Diamantpulvers zum Bohren, Schleifen und Poliren der Edelsteine bediene man sich eines Mörsers, wie ihn Fig. 1, Taf. XXIII in halber Naturgrösse darstellt, der aus Stahl gefertigt und sehr gut gehärtet sein muss. Um die untere Wölbung möglichst hart zu bekommen, ist es vortheilhaft, den Boden mit dem hochstehenden Ende *w*, welches genau in das Loch hineinpassen muss und worin die Wölbung gemacht ist, anzuschrauben. Der Stössel *S* muss sehr genau eingepasst und das untere Ende mit

der Wölbung des Bodens übereinstimmend ausgeführt und ebenfalls sehr hart sein. Der obere Theil *G* ist der Deckel, der äusserst genau aufgepasst werden und in dessen Loch der Stössel fast luftdicht passen muss. Inwendig zwischen Deckel und Mörser ist etwas Raum zu lassen, damit sich hier der beim Zerschlagen des Diamanten empor dringende Staub sammle und somit nicht verloren gehe. In einen solchen Mörser lege man ungefähr $\frac{1}{2}$ Karath ziemlich klein zersplitterten Diamant. Nachdem dann der Mörser auf einen Amboss gesetzt worden ist, beginne man auf den Stössel zu schlagen, wobei dieser aber immer etwas gedreht werden muss. Die Schläge müssen sehr angemessen und senkrecht gegeben werden. Mit solcher Arbeit fahre man ungefähr 10 Minuten fort, nehme alsdann den Stössel sorgfältig heraus und suche vorsichtig das Diamantpulver, das beim Schlagen hinaufgetrieben wurde, wieder in den Mörser hinein zu bringen, setze den Stössel sehr langsam wieder hinein, verschliesse den Mörser mit dem Deckel und fahre dann mit dem Schlagen wieder etwa 10 Minuten lang fort. Um sicher zu sein, dass der Diamant gut in Staub verwandelt werde, hat man das Pulver zum dritten Male zu schlagen, es darauf sorgfältig aus dem Mörser zu nehmen und das an dem Stössel haftende Pulver behutsam mit einem Messer zusammen zu bringen. Da es sich im Mörser oft sehr festsetzt, muss man mit einem aus Stahldraht gemachten Löffel mehrere Male umrühren und beim Ausleeren an den Untertheil des Mörsers schlagen. Den so gewonnenen Diamantstaub sortire man in mehrere Nummern. Am geeignetsten theilt man ihn in 6 Num-

mern von 0 bis 5 ein. Dieses Sortiren geschieht durch Schlemmen mittelst Oels auf folgende Weise:

Sämmtlicher Diamantstaub wird in eine kleine, mit Nr. 0 bezeichnete Porzellanschüssel von der Form eines grossen Uhrglases gethan und diese stark zur Hälfte mit gutem Olivenöl gefüllt, das Ganze gut durch einander gerührt und nach einer Stunde Stehenbleiben bis auf den Bodensatz in eine zweite mit Nr. 1 bezeichnete Schüssel übergegossen und wieder gut durch einander gerührt. Nach Ablauf von 2 Stunden Ruhezeit giesst man es wieder bis auf den Bodensatz in die Schüssel Nr. 2, lässt diese wieder 4 Stunden stehen und giesst ab in die Schüssel Nr. 3, lässt diese auf's Neue 8 Stunden stehen und giesst ab in Schüssel Nr. 4; endlich nach Verlauf von 16 Stunden giesst man in die Schüssel Nr. 5 über. Sollte sich nun auf Schüssel 5 später ganz klares Oel abscheiden, so ist es vortheilhaft, solches zu beseitigen.

Wenn bei dieser Abschlemmung bei einer oder der anderen Schüssel das Abgiessen zu der für dieselbe bestimmten Stunde verabsäumt wird, so muss der ganze Inhalt der Schüssel wieder gut durch einander gerührt werden und auf's Neue während der für die Nummer bestimmten Anzahl Stunden stehen bleiben. Die Schüsseln sind endlich nach der Reihenfolge ihrer Nummern in ein Kästchen, das mit einem Deckel zu verschliessen ist, zu stellen.

Zweiter Artikel.

*Die Vorbereitung der rohen Edelsteine behufs weiterer
Verarbeitung zu Zapfenlöchern, Hebeln oder sonstigen
Theilen der Uhren und die dazu erforderlichen
Maschinen und Vorrichtungen.*

Die rohen Edelsteine, als: Rubin, Saphir und Chrysolith, welche zu verschiedenen Theilen der Uhren verwendet werden sollen, werden, wenn sie zu gross sind, zuerst mit einem Meisel oder Messer nach Maassgabe der oft in denselben sichtbaren Adern in kleinere Stücke zertheilt. Hat man solche Steine in einer Grösse, dass mehrere solcher Theile, wie sie für Uhren passen, daraus erhalten werden können, und zeigen sich keine Adern darin, so sind dieselben nicht vortheilhaft mit einem Meisel zu zertheilen. Solche Steine sind dann mit Hülfe der auf Taf. XXIII in Fig. 37 von der Seite und in Fig. 38 von oben und vom Ende gesehenen, in halber Naturgrösse dargestellten Vorrichtung zu zerschneiden. Zu diesem Behufe wird genannte Vorrichtung mittels der zwei nach unten stehenden Cylinder in den Halter der Auflage der Drehbank befestigt. Der obere Theil der Vorrichtung ist ein Schlitten, der sich mittelst der Schraube *d* vor- und zurückbewegen lässt. Oben auf dem Schlitten ist eine viereckige Platte *b* angebracht, die mittelst zweier Schrauben festgestellt werden kann. Will man nun Steine in mehrere Stücke zerschneiden, so lacke man sie auf die Platte *b*, befestige letztere wieder auf den Schlitten und bringe die Vorrichtung in den Halter der Auflage auf der Drehbank. Zum Zerschneiden ist eine Scheibe aus Kupfer mit einer

sehr dünnen Schneide in der Form, wie sie Fig. 17 in halber Naturgrösse zeigt, erforderlich. Dieselbe ist in die Spindel der Drehbank einzuschrauben und alsdann die Vorrichtung, worauf der Stein befindlich ist, so unter sie zu stellen, dass ihre Schneide auf den Punkt trifft, wo der Schnitt in den Stein kommen soll. Alsdann gebe man an die Scheibe vom Diamant Nr. 0, setze sie in Bewegung, führe den Stein dagegen und langsam unten hindurch, während welcher Arbeit man immer Acht darauf geben muss, dass die Schneide der Scheibe nie trocken werde. Auf diese Art schneide man den Stein bis zur Hälfte seiner Stärke ein, worauf er sich sehr leicht spalten lässt. Einen sehr dicken Stein hat man von zwei Seiten einzuschneiden.

Im weiteren Fortschritt der Arbeit lackt man mehrere Stücke zusammen auf ein flaches Stück Messing und schleift sie gegen die Schleifscheibe Fig. 16 (die mit den grössten Diamantsplitterchen versehen worden und in die Spindel der Drehbank einzuschrauben ist) auf der einen Seite flach, lackt die Steine dann um und schleift die andere Seite ebenfalls flach. Beim Schleifen gibt man Wasser an die Scheibe. Wenn die Steine auf diese Weise eine passende Dicke erhalten haben, lacke man diejenigen Steine, welche zu Zapfenlöchern verwendet werden sollen, einzeln an ein flachgefeiltes Ende eines Metalledrahtes und schleife dieselben ziemlich rund. Die zu Hebeln bestimmten Steine lacke man an die Seitenfläche eines flachgefeilten Metalledrahtes und schleife dieselben in eine ungefähr passende regelmässige Form. Hierauf reinigt man die Steine gut dadurch, dass man sie in Weingeist legt und diesen etwas erwärmt.

Dritter Artikel.

Das Bohren, Schleifen und Poliren der Steinlöcher und Steindecken, so wie Beschreibung der hierbei in Anwendung kommenden Maschinen und Hilfsmittel.

Sind die rohen Steine, welche man zu Löchern verwenden will, nach dem im vorhergehenden Artikel aufgestellten Verfahren vorbereitet, so sind mehrere solcher Steine in einer Reihe an das Ende *b* des Schlittens *a* Fig. 25 anzulacken und so zum Bohren bereit zu machen. Der Bohrer *e* ist in das in die Spindel der Drehbank Fig. 24 eingeschraubte Futter *F* mittels einer Schraube zu befestigen. Die nöthigen Bohrer fertigt man aus gehärtetem hellblau angelassenem Stahle dadurch, dass man denselben in der Drehbank in Form dreht. Der eigentliche Bohrer muss etwa doppelt so lang sein, als das Loch tief sein soll, und muss nach hinten zu ein wenig dünner gedreht werden, so dass vorne ein Kopf entsteht, damit er sich beim Bohren nicht so leicht festreibt und den Stein etwa zersprengt. Das Ende jenes Bohrers muss vorn ganz flach oder gar ein wenig hohl gemacht sein. Man bringt nun den Schlitten vor den Bohrer und centrirt den vordersten Stein. Die Höhe lässt sich vermittelst der Schraubenmutter *C* reguliren, und da die Vorrichtung durch zwei Cylinder in den Halter der Auflage befestigt wird, so kann man sie zugleich vor- und zurückstellen, was sich genauer durch die Schraube *d* reguliren lässt. Fig. 26 zeigt gedachte Vorrichtung von der Seite gesehen in gleicher Höhe wie Fig. 25, und Fig. 27 stellt dieselbe von oben gesehen in halber Naturgrösse dar. Ist der Stein gut

centrirt, dass der Bohrer die Mitte trifft, so gebe man vom Diamant Nr. 1 oder von Nr. 0 daran und setze das Schwungrad in eine möglichst schnelle Bewegung, während der Schlitten *a* ebenfalls vor- und zurückbewegt werden muss. Das zu diesem Behufe zu verwendende Schwungrad muss einen Durchmesser von 26 bis 28 Zoll haben, damit dasselbe, während es eine Umdrehung macht, 50 bis 55 Umdrehungen der Spindel bewirkt. Es darf bei der Arbeit nicht zu hart gegen den Bohrer gestossen werden, weil er sich sonst zu sehr abnutzen und der Diamant wegspringen würde. Der Schlitten *a* muss so leicht gehen, dass er sich durch einen leichten Druck der Fingerspitze auf den oben darauf gefeilten Zacken vor- und zurückbewegen lässt.

Wenn der Stein auf diese Weise zur Hälfte durchgebohrt ist, wird der nächstfolgende centrirt und ebenso gebohrt, und so fährt man fort, bis alle Steine gebohrt sind. Hiernächst ist die Bohreinrichtung abzunehmen und das Trommelfutter in die Spindel der Drehbank einzuschrauben. Dieses Futter, in Fig. 13 in halber Naturgrösse dargestellt, ist inwendig hohl und vorn ein Deckel *t* in einen Falz so eingepasst, dass derselbe sich herausnehmen und wieder hineindrücken lässt, und dabei von beiden Seiten gleich gut passt, so dass er, eingedrückt, von der Trommel festgehalten wird. (Solche Deckel muss man mehrere vorräthig haben.) Gegen diesen Trommeldeckel lacke man nun den gebohrten Stein, centre ihn mit einer Stahlspitze und kehre alsdann den Deckel um, so dass der Stein nach innen kommt. (Zum Anlacken des Steines ist das Futter, während es in die Spindel

befestigt ist, durch die Spiritusflamme zu erwärmen.) Jetzt drehe man mit einem Diamantstichel dem Loche entgegen eine Senkung so tief in den Stein hinein, bis das Loch offen ist. Alsdann feile man aus weichem Stahldraht eine lange, dünne, nur sehr wenig konische Nadel, die in das Loch hineinpasst, gebe an diese Nadel vom Diamant Nr. 2 oder Nr. 3, und schleife damit das Loch im Steine so gross, dass etwa noch $1\frac{1}{2}$ bis 2 Grad nach dem Zapfenmaasse zum Poliren übrig bleiben. Bei dieser Arbeit muss die Nadel immer etwas hinein- und herausbewegt werden, jedoch in möglichst gerader Richtung. Nach Diesem feile man aus Messingdraht eine Nadel zu gleicher Form wie die Stahlnadel, gebe vom Diamant Nr. 4 oder Nr. 5 daran und polire damit das Loch. Ist das Loch von richtiger Grösse und gut polirt, so nehme man den Stein von dem Trommeldeckel ab, indem man das Futter etwas erwärmt, reinige ihn mit Weingeist und lacke ihn dann an ein Futter, wie es Fig. 14 in halber Naturgrösse veranschaulicht.

(Die Steine, welche angelackt waren, sind jedesmal, bevor sie wieder angelackt werden, in erwärmtem Weingeist sorgfältig zu reinigen. Ebenfalls muss man öfters die Futter in Weingeist auskochen, damit der schmutzige Lack vollständig beseitigt wird.)

Damit die Politur des Loches nicht beschädigt werde, centre man den Stein mit einem Putzholze, drehe dann denselben in passender Grösse ab.

Ist das zu fertigende Loch für einen Zapfen bestimmt, dessen Ende gegen einen Deckstein (contre-pivot) gehen soll, so ist zuerst die äussere runde Seite zu drehen und diese mit einem ausgeglühten

Messingstabe, in dessen Ende eine hierfür passende Hohlung angebracht ist, mit Diamant Nr. 3 zu schleifen, wobei der Stab immer hin und her bewegt werden muss. Mit Hülfe eines zweiten mit ähnlich geformter Hohlung versehenen Messingstabes wird sodann mit Diamant Nr. 4 oder Nr. 5 die Rundung polirt.

Solche Schleif- und Polirstäbe mit concavem Ende sind in Fig. 7, 8 und 9 in Naturgrösse dargestellt. Zum Nachpoliren kann man sich auch solcher Stäbe von Zinn mit concavem Ende mit Vorthail bedienen.

Ist die Rundung des Steines polirt, so wird die Angel des Loches mit einem ziemlich spitzgefeilten Messingstabe und Diamant Nr. 3 etwas verbrochen und eine kleine Versenkung am Loche mit Diamant Nr. 5 polirt, hierauf wieder die Angel ein wenig verbrochen und, während man den Messingstab ein wenig hin- und herbewegt, polirt. Der Stein wird nun umgelackt und von der andern Seite die Versenkung hineingedreht und zwar so tief, dass das Loch nur unbedeutend länger als sein Durchmesser bleibt, die Versenkung mit einem messingnen Stab und Diamant Nr. 3 ausgeschliffen und mit einem zweiten Stabe und Diamant Nr. 4 oder Nr. 5 polirt.

(Solche Schleif- und Polirstäbe mit convexem Ende sind in Fig. 10, 11 und 12 in Naturgrösse dargestellt. Zum Nachpoliren können auch hier solche Stäbe von Zinn gut Anwendung finden.)

Ferner ist die Angel des Loches ein wenig zu verbrechen und zu poliren und dann die flache Seite zu poliren, was folgendermaassen geschehen kann:

Man nehme ein kleines Stück Messing oder Zinn von ähnlicher Form, wie Fig. 15 darstellt, gebe daran

Diamant Nr. 4 oder 5 und halte das Stück mit der Fingerspitze gegen den Stein. Dasselbe muss natürlich sehr flach gehalten werden (was allerdings einige Uebung erfordert), da man sonst keine Fläche am Steine erhalten kann. Zuletzt wird noch die Angel aussen herum mit einem Messing- oder Zinnstabe, in welchen eine spitze, trichterförmige Versenkung gemacht worden, etwas verbrochen und polirt.

Bei Löchern, welche für Zapfen angewendet werden sollen, deren Enden man nicht gegen Decksteine gehen lässt, sondern wobei der Ansatz gegen den Stein geht, wird zuerst die innere Seite vollendet, damit man nach Maassgabe der Versenkung nachher die Länge des Loches bestimmen kann.

Auf der Versenkung oder der Höhe des Steines wird zuletzt eine kaum sichtbare Fläche (Facette) folgendermaassen polirt:

Man bediene sich einer polirten Glasplatte, gebe daran ein wenig Diamant Nr. 5, lege den Stein so darauf, dass diejenige Höhe, worauf die Fläche polirt werden soll, an die Glasfläche kommt, schneide ein Putzholz spitz zu, setze dieses in das Loch und führe nun den Stein damit in drehender Bewegung unter geringem Drucke auf die Glasplatte. In kurzer Zeit wird eine kleine Facette auf den Stein polirt sein. Auf ähnliche Weise kann man auch die andere flache Seite des Steines poliren, bloss dass man dabei einen etwas stärkeren Druck anzuwenden hat und etwas mehr Zeit bedarf.

Will man ein olivenförmiges Loch erhalten, so ist der Stein jetzt wieder an den Trommeldeckel zu

lacken, dann die Polirnadel zu nehmen und diese im Loche, während es in schnell drehende Bewegung gesetzt ist, immer etwas hin und her und zugleich ein wenig ein- und auszubewegen. Es versteht sich von selbst, dass das Loch vorher um $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Grad nach dem Zapfenmaass zu klein sein muss, da es so viel beim Olivpoliren grösser wird. Bei Anfertigung der Decksteine polirt man ebenfalls zuerst die flache, dann die runde Seite.

Um die höchste Politur sowohl in den Versenkungen, als auch an den runden und flachen Seiten an den Steinlöchern hervorzubringen, wende man Ebenholz mit Diamant Nr. 5 an, setze aber das Poliren nur ganz kurze Zeit fort, widrigenfalls man die Schärfe der Flächen verlieren würde. Zum Nachpoliren kann man sich auch mit Vortheil eines Pulvers von Saphir oder Rubin bedienen, welches auf ähnliche Weise gewonnen wird, wie das Diamantpulver.

Ferner ist beim Schleifen und Poliren sehr darauf zu achten, dass man den Stein nie ganz trocken werden lasse, denn sonst würde derselbe sehr leicht ausspringen. Bei Anfertigung grosser Löcher ist es zweckmässig, die Steine, statt sie durchzubohren, mit dem Stichel durchzudrehen.

Die Fig. 39 zeigt die Form eines Steinloches für Unruhen, wo das Loch olivenförmig ist. In Fig. 40 und 41 ist die Form der für Zapfen angewendeten Steine dargestellt, woselbst der Ansatz gegen die Fläche des Steines geht und die Löcher olivenförmig sind; Fig. 42 zeigt die Form eines Decksteines.

Alle vier Figuren sind in 20fach vergrössertem Maassstabe der Naturgrösse ausgeführt.

Vierter Artikel.

Das Setzen oder Einfassen der Steinlöcher und Decksteine und die anzuwendenden Hilfsmittel.

Um Steinlöcher, welche für Unruhen oder überhaupt für Zapfen, deren Enden gegen Decksteine gehen sollen, bestimmt sind, in Messing, Gold oder irgend ein anderes Metall einzufassen, verfähre man auf folgende Weise:

Wenn der Stein in eine Platine oder Brücke eingefasst werden soll, muss ein kleines Loch als Bestimmungspunkt für den Zapfen gemacht sein, nach welchem man den Gegenstand, der in der Klammer-scheibe des Universaldrehstuhles (*burin fixe*) befestigt wird, richten muss, bis das Loch genau rund läuft.

Dieses Rundrichten geschieht am besten, wenn man eine ganz dünne Nadel, aus Stahldraht gefeilt, in ein langes Putzholz befestigt, nun die Spitze der Nadel in das Loch steckt und, nachdem die Auflage möglichst nahe vor den Gegenstand gebracht wurde, dieselbe darauf ruhen lässt, damit dadurch ein langer Hebel gebildet werde. Sobald nun die Scheibe in Bewegung gesetzt ist, wird man sogleich an der Stellung des Hebels wahrnehmen, nach welcher Seite der Gegenstand gerichtet werden muss, was durch leichte Schläge geschehen kann. Man richte so lange, bis

der Hebel sich beim Umdrehen der Scheibe nicht im geringsten mehr bewegt.

Wenn der Gegenstand in der Klammerscheibe gut gerichtet ist, bohre man ein etwas grösseres Loch hindurch, nach Anleitung der Fig. 43 von n bis o , welche eine Fassung für ein Steinloch nach Fig. 39 in 20fach vergrössertem Maassstabe im Durchschnitt darstellt, messe die Höhe des Steines und drehe dann den Raum d für denselben aus, jedoch um 0,08 bis 0,1 Millimeter tiefer, als die Höhe des Steines beträgt, damit zwischen diesem und dem Decksteine ein kleiner Raum bleibe. Zum Untersuchen, ob der Stein genau in die Ausdrehung passe, muss man denselben möglichst fest auf ein zugespitztes Putzholz drücken, in Folge davon man ihn dann mit grösserer Sicherheit in die Ausdrehung hineinzuführen vermag. Hierauf drehe man den Stich m um die Ausdrehung hinein, so dass ein dünnes Rohr r stehen bleibt, lege dann den Stein in die für denselben gemachte Ausdrehung d , und drücke nun, während die Scheibe in Bewegung gesetzt ist, das Rohr r mit einem aus Stahl gefertigten Stab fest an den Stein über dessen Rundung, und er wird eingefasst sein. Beim Ueberdrücken des Rohres entsteht gewöhnlich an dessen Kante ein Grath, der mit einem scharfen Stichel weggenommen werden muss. Ist dies geschehen, so wird mit dem Stichel, womit der Stich m eingedreht worden ist, letzterer noch einmal nachgedreht, damit die vom Drückstabe gemachten Reife beseitigt werden. Endlich ist der Gegenstand in der Klammerscheibe umzukehren, nach dem Loche mittels des Hebels rund zu richten und die Aufdeckung, welche die Fig. 43 mit e be-

zeichnet, vermittelt eines halbrundgeformten Stichels zu machen.

Für Steinlöcher, welche für Zapfen bestimmt sind, deren Ansatz gegen die Fläche des Steines gehen soll, z. B. für solche, wie sie in Fig. 40 und 41 veranschaulicht sind, wird die Fassung, wie Fig. 44 im Durchschnitt zeigt, ausgeführt. Da solche Steine von der anderen Seite eingefasst werden, als oben beschriebene, so muss die Ausdrehung d für dieselben mit der äusseren Rundung des Steines übereinstimmend ausgeführt werden. Das Uebrige ist ganz dem Vorhergehenden gleich. —

Fig. 45 stellt den Durchschnitt einer ausgedrehten Fassung für einen Deckstein in Form der Fig. 42 dar. Fig. 46 zeigt eine zweckmässige Form des Stichels, womit die Ausdrehung d für den Stein nach der Art der Fig. 43 ausgeführt werden kann. Seite a ist die Schneide. Fig. 47 zeigt die Form eines Stichels, womit die Ausdrehung d für den Stein nach Art der Fig. 44 ausgeführt werden kann. Seite a ist die Schneide, und die Spitze, ebenfalls Schneide, muss die runde Form gleich dem Steine haben. Fig. 48 zeigt die Form eines Stichels, womit der Stich m um die Ausdrehung hineingedreht wird. Seite a muss gerade auslaufen, die Spitze etwas abgerundet und diese so wie beide Seiten zum Schneiden geformt sein. Um den einzudrehenden Stich polirt zu erhalten, muss der Stichel selbst auf allen Seiten polirt sein. Fig. 49 zeigt die Form eines Drückstabes zum Ueberdrücken des Rohres r . Die Spitze dieses Drückstabes muss gut hart, nach allen Seiten fein abgerundet und mit grobem Roth auf Holz abgezogen sein, damit die

Ueberdrückung zugleich eine Politur erhalte. Fig. 50 stellt die Form eines Stichels dar, womit die Aufdeckung *e* gedreht wird. Die gebogene Seite stellt die Schneide vor, welche äusserst fein polirt sein muss, will man die Aufdeckung schön polirt erhalten. Die Figuren 46 bis 50 sind in Naturgrösse gezeichnet.

Fünfter Artikel.

Die Anfertigung der Steinpaletten zu Ankern für Regulateure, der bedeckten und der freistehenden Hebelsteine für Anker zu Taschenuhren, der Hebelsteine zu Chronometern und der Hebelsteine zu den Scheiben für Ankerhemmungen.

a. Die Anfertigung der Steinpaletten zu Ankern für Regulateure und die zur Ausführung derselben erforderlichen Vorrichtungen und Hilfsmittel.

Wenn die Schnitte in die Stahlpaletten zu Ankern für Regulateure gemacht und die Paletten gehärtet sind, nehme man Rubine oder Saphire von der erforderlichen Grösse, schleife solche an zwei Seiten flach und zu einer genau für die Einschnitte der Paletten passenden Stärke. Um den Steinen die zunächst erforderliche Form zu geben, empfiehlt es sich, eine Vorrichtung [anzuwenden, wie sie Fig. 28 von vorn und Fig. 29 von der Seite in gleicher Höhe mit Fig. 28, und Fig. 30 von oben gesehen darstellen. Diese Vorrichtung wird mittels der zwei nach unten stehenden

Cylinder in den Halter der Auflage der Drehbank befestigt. Die beiden Schlitten *f* sind vermittelt der Schrauben *a* vor- und zurückzustellen und mit winkelrecht hochstehenden Cylindern *b* versehen. Ferner ist zu dieser Vorrichtung ein Handschlitten erforderlich, wie ihn Fig. 31 darstellt. *g* gibt die Seitenansicht und *h* die Oberansicht des Schlittens. Die mit *a* bezeichneten Lappen sind die Griffe zum Anfassen behufs der Führung. An diesem Schlitten muss die vordere Fläche genau gerade und die obere und untere Kante zur vorderen Fläche genau winkelrecht gefeilt sein.

Auf der oberen Kante dieses Schlittens sind nun die flach geschliffenen Steine so aufzulacken, dass der wegzuschleifende Theil vor der vorderen Fläche vorsteht; sodann ist die Vorrichtung auf die Drehbank zu bringen und eine Schleifscheibe (nach Fig. 16) in die Spindel zu schrauben. Hierauf ist der Schlitten mit den Steinen gegen die Cylinder *b* zu legen und die Vorrichtung so nahe vor die Schleifscheibe zu bringen, dass die Steine von derselben berührt werden. Während der Bewegung der Scheibe kann man je nach Bedarf den Schlitten mit den Steinen durch Vorstellen der Schlitten *f* mittels der Schrauben *a* der Scheibe nähern und die Steine nach Erfordern schleifen. Auf diese Art ist es leicht, die Steine in beliebiger Form und die Seiten winkelrecht zu einander zu schleifen. Eine Hauptsache ist es, die Steine gut auf den Schlitten zu lacken. Wenn sie zu ungefähr richtiger Form geschliffen sind, befestige man sie mit Schelllack in die Stahlpaletten und lacke diese einzeln in passender Lage so auf den Schlitten auf, dass die Hebefläche

der Palette (des Stahls) genau parallel mit der vorderen Fläche des Schlittens liegt, jedoch etwas vorderselben vorsteht. Es ist darauf zu achten, dass die Steine beim Auflacken ihren früher innegehabten Platz nicht verändern. Nun muss eine Schleifscheibe aus weichem Messing in Form von Fig. 18 vorrätig sein, deren Fläche mit einer ziemlich feinen Feile querüber gefeilt ist. Diese ist sodann in die Spindel der Drehbank einzuschrauben, Diamant Nr. 2 oder Nr. 3 daran zu geben, dann der Schlitten mit der Palette auf der Vorrichtung vor die Scheibe zu bringen und so die Hebefläche an den Stein nach derjenigen des Stahls zu schleifen. Ist dieselbe beinahe mit dem Stahle gleichgeschliffen, so wird sie polirt, wozu eine Scheibe von Zinn, ähnlich der erstern, vorhanden sein muss, an die man Diamant Nr. 4 gibt und womit der Stein so lange polirt wird, bis die Stahlfläche ebenfalls mit berührt und polirt wird. Schliesslich ist noch eine Polirscheibe von Buchsbaumholz, wie sie Fig. 20 darstellt, zum Nachpoliren der Palette mit Diamant Nr. 5 erforderlich.

Zum Schleifen und Poliren der inneren und äusseren Bogen der Paletten ist eine Vorrichtung nach Maassgabe der Fig. 23 (in *a* von der Seite und in *b* von oben gesehen) anzuwenden. Das vordere nach hinten zu etwas abgesetzte Ende *f* dient als Gegenlage für die Palette *p*, welche mittels der Platte *C* gegen die Erhöhung *f* durch die Schrauben *e* festgespannt wird. Die Schraube *g* dient zur Führung der Platte *C*, und die Schraube *d*, deren Kopf gegen das hintere Ende der Platte *C* liegen soll, muss mit einem excentrischen Kopf versehen sein, damit man auf diese

Weise, bevor die Schrauben *e* angezogen sind, die Palette *p* mittels der Platte *C* gehörig festzustellen vermöge. Bei dieser Vorrichtung ist der hintere Theil ein Schlitten, der in gleicher Form ausgeführt ist, wie der zum Bohren der Steinlöcher angewendete Schlitten *a* Fig. 25, und kann daher auch in der vorliegenden Vorrichtung angewendet werden. Ferner müssen zwei Cylinder, wie sie Fig. 21 darstellt, aus weichem Messing gefertigt, vorhanden sein, welche genau den Durchmesser des Kreises des innern Bogens der Palette haben. Der eine Cylinder ist nun in die Spindel der Drehbank einzuschrauben und, nachdem die Palette in der Vorrichtung (Fig. 23) so befestigt worden ist, dass der inwendige Bogen sich nach aussen befindet, bringe man jenen Schlitten in die Vorrichtung (Fig. 25), stelle sodann die Palette in genaue Höhe und gegen den Cylinder und beginne mit dem Schleifen, zu welchem Behufe man Diamant Nr. 2 oder Nr. 3 an den Cylinder gibt. Da die Palette mittels des Schlittens, auf welchem ein Knopf zur Führung angebracht ist, der Länge des Cylinders nach geführt und mittels der Schraube *d* näher an den Cylinder gebracht und davon entfernt werden kann, so ist wohl begreiflich, dass auf diese Art der innere Bogen der Palette sehr genau geschliffen werden wird. Ist der Stein beinahe bis an den Stahl weggeschliffen, so nehme man den zweiten Cylinder, gebe Diamant Nr. 4 darauf und polire den Stein, bis seine Fläche mit der des Stahles vollends in einer Ebene liegt. Behufs der Vollendung ist es sehr von Nutzen, einen aus Buchsbaum oder Ebenholz gefertigten Cylinder mit Diamant Nr. 5 zum Nachpoliren anzuwenden.

Um den äusseren Bogen des Steines der Palette zu schleifen und zu poliren, befestige man die Palette in der Vorrichtung umgekehrt und nehme zwei hohle Cylinder, wie sie Fig. 22 darstellt. Das Rohr solcher Cylinder muss aus weichem Messing bestehen und inwendig genau die Grösse des Kreises des äusseren Bogens der Palette haben. Die Palette, in der Einrichtung befestigt, ist dann in richtiger Höhe zu stellen und mittels des Schlittens in den Cylinder zu führen, an dessen inneren Bogen Diamant Nr. 2 oder Nr. 3 zu geben ist, worauf das Schleifen sofort beginnen kann und so lange fortzusetzen ist, bis der Stein beinahe mit der Stahlfassung in gleicher Ebene liegt. Darauf ist mit dem zweiten Cylinder zu poliren und auch hier ist es vortheilhaft, mit einem Cylinder aus Holz nachzupoliren.

Das Schleifen und Poliren des äusseren Bogens der Palette ist ebenfalls höchst genau auf folgende Art auszuführen:

Man bediene sich eines Rohres, dessen äusserer Durchmesser gleich dem des Kreises des inneren Bogens der Palette ist (Fig. 33 zeigt dieses von der Seite und vom Ende gesehen) und befestige darauf mittels Schrauben zwei Platten *a* und *b* in einer solchen Entfernung voneinander, dass die Palette *p* dazwischen gelegt werden kann. Die Platte *b* muss, bevor die Schrauben angezogen sind, etwas verstellbar sein, damit durch diese mit Hülfe der Schraube *d*, deren Kopf excentrisch sein muss, die Palette festgestellt werden kann. Ist die Palette auf's Rohr befestigt, so bringe man es auf die Vorrichtung (nach Fig. 28) auf der Drehbank und verwende zum Schleifen

und Poliren die Messing- und Zinnscheiben (nach Fig. 18) und zum Nachpoliren eine Holzscheibe (nach Fig. 20). Schliesslich sind die an den Paletten entstandenen scharfen Ecken gegen die Holzscheibe mit Diamant Nr. 5 ein wenig abzurunden.

Alle hier in Anwendung gekommenen Figuren sind in halber Naturgrösse gezeichnet.

b. Die Anfertigung der bedeckten Hebelsteine für Anker zu Taschenuhren und die dabei in Anwendung kommenden Vorrichtungen und Hilfsmittel.

Wenn der Anker nach dem im Art. 2, Cap. V. aufgestellten Verfahren vollendet ist, sind die Steine für denselben zuerst zu einer für die Einschnitte passenden Dicke zu schleifen und dann auf einen flachgefeilten Metalldraht zu lacken, wo sie zu einer mit der Stahlform ungefähr übereinstimmenden Form geschliffen werden müssen. Jedoch möge man sie immer ein wenig grösser lassen. So weit gearbeitet, bringe man die Steine in die Einschnitte, wobei darauf zu achten ist, dass die untere Fläche allenthalben gut gegen zu liegen komme. Man lasse Schelllack befließen und spanne den Anker so in eine Zange (Fig. 36 in Naturgrösse dargestellt), dass die innere Ruhefläche des Ankers genau mit der Seite der Zange übereinstimmt, jedoch ein wenig vor derselben vorsteht, und setze die Vorrichtung (Fig. 34) in den Halter der Auflage auf der Drehbank, schraube eine Scheibe von weichem Messing (in Form der Fig. 19) in die Spindel, führe dann die untere Spitze der Zange in eine der Versenkungen der Schraube C, und die Fläche des

Ankers, welche geschliffen werden soll, gegen die Scheibe. Im Falle die Seitenlinie der Zange nun nicht mit der vorderen Fläche der Scheibe parallel sein sollte, kann dieses mit Hülfe der Schraube *C* genau regulirt werden.

Diese Schraube darf, nachdem sie richtig gestellt worden ist, sich nicht durch eine geringe Berührung bewegen lassen, weshalb der Theil *B* an der einen Seite der Schraubenmutter quer zu durchschneiden und der Kopf ein wenig zusammenzudrücken ist, was zur Folge hat, dass die Schraube sich ein wenig scharnieren wird. Die Fig. 35 stellt das Ganze in Naturgrösse dar. Man sieht darin wie der Anker (mit *a* bezeichnet) in der Zange befestigt und gegen die Scheibe geführt ist.

Wenn so Alles bis dahin in Ordnung ist, gebe man Diamant Nr. 2 oder Nr. 3 an die Scheibe, halte mit der linken Hand die Zange hinten und lege eine Fingerspitze der rechten Hand vorn gegen die äussere Ecke der Zange und übe einen geringen sehr angemessenen Druck auf die Zange aus. Bei Bewegung der Scheibe muss die Zange von der Seite ein wenig drehend bewegt werden, damit die Fläche des zu schleifenden Hebelsteines eine schwache Rundung bekomme. Wenn der Stein auf diese Art beinahe bis an den Stahl des Ankers geschliffen ist, wird die Ruhefläche am Eingangsarm ganz ebenso behandelt, und ferner gleicherweise die Hebeflächen und zuletzt die innere Seite des Eingangs- und die äussere Seite des Ausgangsarmes. Nach geschehener Arbeit wird eine Zinnscheibe in Form der ersteren genommen, Diamant Nr. 4 daran gegeben, und auf gleiche Weise, wie es

beim Schleifen geschah, alle Flächen polirt, bis die Stahlflächen berührt und mit polirt werden. Zur Vollendung bediene man sich einer Scheibe von Buchsbaumholz (nach Fig. 20), gebe Diamant Nr. 5 daran und polire alle Flächen damit nach.

Ehe man den Anker vollendet, ist es zu empfehlen, ihn mit dem Rade im Eingriffzirkel zusammenzustellen, um zu untersuchen, ob er auch richtig wird, und um den etwa sich zeigenden kleinen Fehlern beim Poliren abhelfen zu können. Nach Vollendung sämtlicher Flächen sind die an den Steinen entstandenen scharfen Ecken gegen die Holzscheibe mit Diamant Nr. 5 ein wenig abzurunden, damit sie nicht irgendwie ein Kratzen auf die Neigungsflächen der Zähne des Rades ausüben können. Namentlich ist die äussere Ecke des Eingangsarmes sorgfältig zu behandeln.

Nach Vollendung der Hebelsteine ist die Stahlfassung fein abzuschleifen, alle Angeln daran zu verbrechen und zu poliren, und schliesslich die Seitenflächen mit Glas oder der Compositionsfeile zu poliren.

Mit Ausnahme der Figuren 35 u. 36 sind alle oben aufgeführten Figuren in halber Naturgrösse gegeben.

c. Die Anfertigung der freistehenden Hebelsteine für Anker, der Hebelsteine für Chronometer und der Hebelsteine zu den Scheiben für Ankerhemmungen und die hierbei in Anwendung kommenden Vorrichtungen und Hilfsmittel.

Für die freistehenden Hebelsteine für Anker sind die Steine zuerst in viereckige Form von gleichmässiger

Dicke und Höhe zu schleifen, was mit Hülfe des Schlittens Fig. 31 und der Vorrichtung Fig. 28 auf der Drehbank gegen eine Schleifscheibe Fig. 16 geschehen kann. Sind sie so zu etwas grösserer als der erforderlichen Form geschliffen, so hat man zunächst ihre ungefähre Länge nach Maassgabe der vorbereiteten Stahlfassung zu bestimmen. Hierauf lacke man die Steine mit der Seitenfläche auf die vordere Fläche des Schlittens und schleife die eine Seite derselben gegen die Messingscheibe (Fig. 18) mit Diamant Nr. 2 oder Nr. 3, polire diese mit Diamant Nr. 4 an der Zinnscheibe und mit Diamant Nr. 5 an der Holzscheibe (Fig. 20), lacke dann die Steine um, bearbeite aber nun jeden einzeln, schleife sie in genau passende Dicke und polire diese Seite ganz wie erstere, wobei darauf zu achten ist, dass sie, ehe man sie fertig polirt, genau in die Stahlfassung hinein passen. Alsdann lege man dieselben in die Fassung, wonach ihre Länge genau zu bestimmen ist, bemerke sich die Richtung der Hebeflächen und schleife diese. Sind die Hebeflächen dann mit den an der Stahlfassung gefeilten übereinstimmend geschliffen, so feile man von der Stahlfassung dort so viel hinweg, als die Hebelsteine frei stehen müssen, lacke diese nun hinein, setze dann den Anker mit dem Rade zusammen in den Eingriffszirkel und untersuche, ob man hie oder da an den Hebeflächen der Steine noch geringe Veränderungen zu machen habe, was dann beim Poliren dieser Flächen zu berichtigen ist. Um den Hebeflächen eine schwache Rundung zu geben, lacke man den Stein auf ein kleines Stück Messing, welches in die Ankerzange festzuspannen ist, und polire

die Fläche auf bekannte Art. Nach diesem sind nun die oberen und unteren Seiten zu poliren. Um dieselben ründlich ausführen zu können, wende man einen Cylinder an, wie ihn Fig. 32 darstellt.

In *n* sieht man denselben von der Seite, in *o* von oben und in *r* und *p* vom Ende. Die Lappen *d* dienen zum Anfassen behufs der Führung. Der mittlere Theil ist in verschiedene Höhen *a*, *b* und *c* eingefeilt. Auf eine dieser Flächen lacke man den Stein, so dass die zu polirende Seite in parallele Richtung mit dem Cylinder zu stehen kommt und ein wenig vor demselben vorsteht. Es ist begreiflich, dass für einen ganz schwachen Stein die Fläche *a*, für einen stärkeren die Fläche *b* und für einen sehr starken Stein die Fläche *c* dienen soll, damit die Mitte des Steines stets ihre Richtung nach dem Centrum des Cylinders bekomme. Den Cylinder lege man nun auf die Vorrichtung (Fig. 28) auf der Drehbank und schleife den Stein zuerst mit Diamant Nr. 3 mittels der Messingscheibe, polire ihn dann mit Diamant Nr. 5 an der Holzscheibe, während man den Cylinder etwas drehend bewegt und hin und her führt. Nach Vollendung sämtlicher Flächen sind die an den Hebeflächen entstandenen scharfen Ecken gegen die Holzscheibe mit Diamant Nr. 5 ein wenig abzurunden, damit sie nicht nachtheilig auf die Neigungsflächen der Zähne des Rades einwirken. Die äussere Ecke des Eingangsarmes ist besonders vorsichtig zu behandeln. Vermittelst eben erwähntem Cylinder lässt sich mit Sicherheit jede beliebige runde Form an Hebelsteinen herstellen, je nachdem man ihm einen kleineren oder grösseren Durchmesser gibt und

die Fläche, auf welche der Stein gelackt wird, hoch über der Mitte, in oder unter derselben bestimmt.

Die Art und Weise der Bearbeitung der Hebelsteine für Chronometer und der Hebelsteine zu den Scheiben für Ankerhemmungen bedarf wohl keiner besonderen Abhandlung. Das oben Aufgeführte dürfte eine hinreichende Anleitung enthalten zur Ausführung der erwähnten Theile.

Die Figuren sind in halber Naturgrösse gezeichnet.

Sechster Artikel.

Die Anfertigung des Steincylinders und die zur Ausführung desselben erforderlichen Vorrichtungen und Hilfsmittel.

Der zu einem solchen Cylinder gewählte Stein ist zuerst auf die gewöhnliche Art an zwei Seiten flach zu schleifen und dann an den Trommeldeckel anzulackern, dabei aber nach allen Seiten mit einer entsprechenden Menge Lack zu versehen, wobei man zu beachten hat, dass der Stein beim Festdrücken an den Deckel ganz richtig in der Mitte auf denselben komme. Nun ist mit einem Diamantstichel so tief als möglich in den Stein hineinzudrehen, jedoch darauf zu merken, dass die Ausdrehung etwas kleiner werde als die beabsichtigte inwendige Grösse des Cylinders beträgt. Man kehre dann den Deckel um und drehe von dieser Seite den Stein in der nämlichen Grösse durch, schleife das Loch mit einem dafür passenden cylindrisch gefeilten Messingdraht und Diamant Nr. 0 oder Nr. 1 so gross, dass noch reichlich genug zum

Poliren bleibt, halte aber diesen Schleifdraht mit Vorsicht sehr gerade, damit das Loch nicht etwa konisch werde. Sodann wird der Stein auf folgende Weise polirt:

Man schneide mehrere Putzhölzer ungefähr rund und drücke sie durch ein paar aufeinander folgende Löcher eines Locheisens und zuletzt durch den Stein selbst. An das erste Holz gebe man Diamant Nr. 2 oder Nr. 3 und schleife das Loch damit so gross, dass noch ganz wenig zum Poliren bleibt, nehme dann das zweite Holz, gebe Diamant Nr. 4 daran und polire damit ein wenig vor. An ein drittes Holz gebe man Diamant Nr. 5 zum Fertigpoliren des Loches. Jetzt nehme man den Cylinder von dem Trommeldeckel, lacke ihn auf einen Stahldraht und schleife denselben gegen die feinere Schleifscheibe möglichst rund, drehe an der Drehbank einen stählernen Stift so, dass der Stein genau darauf passt, erwärme ersteren, gebe ein wenig Lack daran, befestige den Cylinder darauf und drehe ihn nun so dünn, dass ein wenig zum Schleifen und Poliren bleibt. Die Ausführung geschieht wie folgt:

Man bediene sich hierzu einer Feile von Messing von ungefähr 5 bis 6 Millimeter Breite, gebe daran Diamant Nr. 2 oder Nr. 3 und schleife damit unter Benutzung der Auflage als Führung und polire mit einer zweiten Feile von Messing und Diamant Nr. 4. Zuletzt ist mit einer Feile von Zinn oder Buchsbaumholz und Diamant Nr. 5 nachzupoliren. Es leuchtet wohl ein, dass die Auflage bei dieser Arbeit in einer gewissen Entfernung vom Cylinder gerade gestellt und obenauf flach und glatt sein muss, um den Cylinder flach zu erhalten. Ist das Steinrohr soweit vollendet, dann

muss ein stählerner Stift für dasselbe genau passend gedreht und dieser bis auf 0,58 seines Durchmessers (als Verhältniss des wirkenden Theiles des Cylinders zum ganzen Durchmesser) von einer Seite weggefeilt werden. Auf diesen Stift lacke man das Steinrohr, schleife es gegen die feinere Schleifscheibe beinahe bis an die Fläche des Stiftes hinweg und schleife es gegen die Messingscheibe mit Diamant Nr. 3, bis die Fläche des Stiftes ein wenig berührt wird. Sodann sind die Hebelarme zur erforderlichen Form wie folgt zu schleifen und zu poliren:

Man nehme ein flaches Stück Messing von circa 40 Millimeter Länge, 6 Millimeter Breite und 1 Millimeter Dicke, feile das vordere Ende rechtwinklig und lacke den Cylinder hochstehend auf die flache Seite am Ende, so dass der zu schleifende Hebelarm etwas vor dem Ende des Messings vorsteht und versehe den Cylinder aussen herum gut mit Lack, bringe die Auflage auf die Drehbank, stelle (nachdem eine Messingscheibe (Fig. 19) in die Spindel geschraubt worden) deren Peripherie ziemlich nahe und in gleicher Höhe mit dem Centrum der Scheibe, halte dasjenige Ende des Messings, worauf der Cylinder gelackt worden, so auf die Auflage, dass der vorstehende Hebelarm gegen die Scheibe gekehrt ist, gebe nun Diamant Nr. 3 daran und verbreche zuerst die innere Kante des Ausgangsarmes, worauf dann die Holzscheibe zum Poliren anzuwenden ist. Die erforderliche Rundung des Hebelarmes ist allein durch die mit dem Messing zu machende Bewegung herzustellen, was natürlich einige Uebung verlangt. Nach Vollendung des Ausgangsarmes ist der Cylinder umzulacken, so dass der Eingangsarm ein

wenig vorzustehen kommt, und derselbe ist dann auf die nämliche Art in der erforderlichen Form zu schleifen und zu poliren. Hierauf nehme man den Cylinder von dem Messing und reinige ihn gut mit erwärmtem Weingeist.

Wenn der Cylinder auf diese sehr einfache Art mit einiger Vorsicht behandelt wird, so läuft man keine Gefahr, dass dessen innere und äussere Wandung nur im Geringsten beschädigt werde, da dieselben stets durch das Messing geschützt sind. Es ist sehr darauf zu sehen, dass die Auflage obenauf gut gerade und glatt sei, damit der Hebelarm des Cylinders der ganzen Länge nach gleichmässig an der Scheibe anliege und die Bewegung des Messings erleichtert werde.

Bei Anfertigung solcher Cylinder ist es von bedeutendem Vortheile, ihrer zwei zugleich miteinander zu fertigen, da ihrer geringen Länge wegen einer allein beim Poliren der äusseren Rundung nicht so leicht vollkommen flach zu halten ist.

Siebenter Artikel.

Die Anfertigung der kleinen Rolle für die Doppelradhemmung und die zur Ausführung derselben anzuwendenden Vorrichtungen und Hilfsmittel.

Bei Anfertigung dieser Rolle verfähre man Anfangs ganz wie bei Anfertigung von Steinlöchern. Man wähle dazu einen flachgeschliffenen Stein von 0,5 bis 0,6 Millimeter Dicke, lacke denselben an das Ende *b* des

Schlittens *a* Fig. 25 und bohre ein Loch ganz hindurch mit einem Bohrer der circa 14 bis 15 Grad nach dem Zapfenmaass = 0,155 bis 0,165 Millimeter misst. Alsdann lacke man den Stein an den Trommeldeckel und schleife das Loch bis es 17—19 Grad nach dem Zapfenmaass = 0,190—0,210 Millimeter enthält, je nach Verhältniss der Grösse der zu fertigenden Rolle. Dann drehe man im Einsatzfutter *F* einen stählernen Stift, worauf der Stein genau passt, lacke letzteren darauf und drehe ihn nun so klein, dass er, wenn er geschliffen und polirt ist, den bestimmten Durchmesser erhält. Das Schleifen und Poliren ist auf folgende Art auszuführen:

Man bringe die Auflage auf die Drehbank und bediene sich zum Schleifen einer 5 bis 6 Millimeter breiten Messingfeile, indem man darauf Diamant Nr. 3 gibt und dann die Auflage als Führung benutzt, um die sehr kurze Rolle flach zu erhalten. Es versteht sich von selbst, dass die Auflage in einer passenden Entfernung von der Rolle gerade gestellt und obenauf flach und glatt sein muss.

Ist die Rolle so geschliffen, so nehme man eine zweite Messingfeile von gleicher Form wie erstere und polire mit Diamant Nr. 4.

Endlich ist es anzuempfehlen, mit Zinn oder Buchsbaumholz und Diamant Nr. 5 nachzupoliren. Wenn die Rolle gut polirt ist, so nehme man sie von dem Stifte und führe den Einschnitt an derselben aus.

Hierzu dient die Einrichtung Fig. 37.

Man stecke die Rolle auf einen aus Stahldraht cylindrisch gefeilten Stift und lacke dieses miteinander auf die Platte *b*, sehe beim Auflacken darauf, dass

die Rolle ihrer Länge nach in gleicher Richtung mit der Platte zu liegen komme, wozu der Stift als Richtschnur dienen kann. Um dann den Einschnitt auszuführen, bediene man sich einer Scheibe von weichem Stahl oder Messing, die von beiden Seiten ein wenig schräge zuge dreht ist. An der Peripherie muss sie natürlich so schwach sein, als der Einschnitt für die Grösse der Rolle werden soll. (Der Einschnitt muss ungefähr so gross sein, dass wenn die Zahns Spitze des Rades am tiefsten in demselben steht, dieselbe 4 bis 5 mal Platz darin hat.) Nun führe man die Vorrichtung mit der Rolle unter die Scheibe, stelle dieselbe genau in Höhe so, dass der Einschnitt nicht ganz hindurch kommt, wozu der Stift wiederum als Bestimmung dienen kann. Nachdem Alles richtig gestellt und in Ordnung ist, gebe man Diamant Nr. 3 an die Scheibe, setze sie in Bewegung und führe die Rolle mittels der Vorrichtung langsam hindurch, lasse die Scheibe aber während der Arbeit nicht trocken laufen, weil dadurch die Rolle sehr leicht zersprengt werden könnte. Als dann ist der Einschnitt zu poliren, was am besten vermittelst einer Holzscheibe geschieht. Zu diesem Behufe drehe man die Peripherie einer Scheibe aus Buchsbaum in gleicher Form wie die zum Schneiden angewendete Scheibe, und um die Form für den Einschnitt genau passend zu bekommen, stelle man die Rolle unter die Scheibe und führe sie durch, entferne aber nun die an den Seiten der Scheibe von der äusseren Rundung der Rolle aufgedrückten Späne, damit die Peripherie der Rolle später nicht berührt werde. (Gut ist es, so viel an den Seiten der Scheibe stehen zu lassen, dass die scharfen Ecken am Ein-

schnitte der Rolle beim Poliren berührt und so diese zugleich ein wenig abgerundet werden.) Endlich gebe man Diamant Nr. 5 an die Scheibe und führe die Rolle wieder langsam durch, wonach der Einschnitt polirt und so die Rolle vollendet sein wird.

*Tabelle der specifischen Gewichte einiger Metalle und
anderer festen Körper bei 0 Grad.*

Die Schwere des Wassers im Zustande seiner grössten Dichtigkeit ist hier als Einheit angenommen. 1 Kubikcentimeter Wasser wiegt 1 Gramm.

Platin, gemünzt . 22,100	Rubin, oriental. . 4,283
„ gewalzt . . 22,069	Topas, oriental. . 4,011
„ geschmolzen 20,857	„ sächsischer . 3,564
Gold, gemünzt . 19,325	Saphir, oriental. . 3,994
„ geschmolzen 19,253	„ brasilian. . 3,130
Quecksilber . . 13,598	Diamant . . . 3,520
Blei, geschmolzen 11,352	Chrysolith . . . 3,440
Silber 10,474	Flintglas, engl. . 3,373
Wismuth 9,822	„ französisch. 3,200
Kupfer, gehämmert 8,878	Gewöhnl. grün. Glas 2,600
„ gegossen . . 7,788	Spiegelglas . . 2,370
„ zu Draht gezogen 8,780	Turmalin, grün . 3,155
Messing 8,395	Marmor 2,837
Nickel 8,279	Smaragd 2,775
Stahl 7,816	Bergkrystall . . 2,683
Eisen, geschmied. 7,788	Elfenbein . . . 1,917
„ gegossen . . 7,207	Alabaster . . . 1,874
Zinn, gegossen . 7,291	Bernstein . . . 1,078
Zink, gegossen . 6,861	Buchsbaum . . 1,330

Ebenholz . . .	1,226	Edeltanne, frisch .	0,890
Eichenholz, alt .	1,170	„ trocken	0,555
Mahagonyholz . .	1,060	Erlenholz, frisch .	0,857
Ahornholz, frisch .	0,904	„ trocken	0,500
„ trocken	0,959	Lindenholz, frisch	0,817
Buchenholz, frisch	0,982	„ trocken	0,439
„ trocken	0,590	Nussbaumholz . .	0,677
Hainbuchenholz,		Cypressenholz . .	0,598
frisch .	0,945	Cedernholz . . .	0,561
„ trocken	0,769	Pappelholz . . .	0,383
Eschenholz, frisch	0,904	Kork	0,240
„ trocken	0,644		

Anmerkung.

Die Wahl der passenden Materialien zu verschiedenen Zwecken der Uhrmacherkunst erfordert nicht nur die Kenntniss ihrer Ausdehnung, sondern auch diejenige ihres specifischen Gewichts. Oft müssen gewisse Metalle an die Stelle anderer treten, um durch ein anderes specifisches Gewicht die gewünschte Wirkung zu erzielen, um z. B. nach Bedürfniss Unruhen, Pendel u. s. w. leichter oder schwerer machen zu können, ohne genöthigt zu sein, das Volumen zu verändern. Deshalb hielt ich es für passend, vorstehende Tabelle aufzustellen und in dieselbe nicht nur diejenigen Körper aufzunehmen, die in der Uhrmacherei, sondern überhaupt auch solche, die im Gebiete der höheren Mechanik Anwendung finden.

A n h a n g.

Das Metermaass und die Vergleichung dieses neueren französischen Maasssystems mit dem altfranzösischen.

In diesem Werke sind die Maassangaben in dem neufranzösischen Systeme (in Meter) ausgedrückt, weil das Metermaass für Berechnungen und namentlich für die Decimalrechnung ein ausserordentlich bequemes System ist.

Das Metermaass ist bekanntlich zur Zeit der französischen Revolution von der unveränderlichen Länge eines Erdmeridians abgeleitet worden.

Durch genaue Gradmessung wurde die Länge des Erdmeridians ermittelt und der 40millionste Theil desselben zur Längeneinheit gewählt. Diese Einheit wurde Meter genannt. Der Meter wurde in 10 Decimeter, 100 Centimeter und 1000 Millimeter getheilt.

Nach dem Längenmaasse wurde nun das Flächenmaass, das Körpermaass und das Gleichgewichtsmaass bestimmt.

Das Metermaass ist unter allen Maasssystemen das einzige, welches wissenschaftlich begründet ist. Die

einfachen Beziehungen zwischen dem Längenmaasse, dem Körpermaasse und dem Gewichte machen es in vieler Hinsicht empfehlenswerth.

Nun aber sind doch Manche mit dem metrischen Systeme nicht genug bekannt, um sich in den nach demselben gemachten Maassangaben leicht zurecht zu finden. Um eine solche Orientirung zu erleichtern, habe ich für passend gefunden, eine vergleichende Tabelle beider Maasssysteme hier aufzustellen.

Mit Hülfe derselben wird es Jedem leicht werden, Maassangaben nach Metermaass in solche nach altfranzösischem Maasse zu übertragen.

Tabelle zur Verwandlung des Metermaasses in altfranzösisches Maass.

Metermaass.				Altfranzösisches Maass.			
1	Millimeter	.	.	.	.	.	0,443'''
2	"	.	.	.	.	.	0,887
3	"	.	.	.	.	.	1,330
4	"	.	.	.	.	.	1,773
5	"	.	.	.	.	.	2,216
6	"	.	.	.	.	.	2,660
7	"	.	.	.	.	.	3,103
8	"	.	.	.	.	.	3,546
9	"	.	.	.	.	.	3,990
1	Centimeter	.	.	.	.	.	4,433'''
2	"	.	.	.	.	.	8,866
3	"	.	.	.	.	1"	1,299

Metermaass.				Altfranzösisches Maass.			
4	Centimeter	.	.	.	.	1"	5,732'''
5	"	.	.	.	.	1	10,165
6	"	.	.	.	.	2	2,604
7	"	.	.	.	.	2	7,031
8	"	.	.	.	.	2	11,462
9	"	.	.	.	.	3	3,897
1	Decimeter	.	.	.	.	3"	8,330'''
2	"	.	.	.	.	7	4,659
3	"	.	.	.	.	11	0,989
4	"	.	.	.	.	1' 2	9,318
5	"	.	.	.	.	1 6	5,648
6	"	.	.	.	.	1 10	2,038
7	"	.	.	.	.	2 1	10,307
8	"	.	.	.	.	2 5	6,637
9	"	.	.	.	.	2 9	2,966
1	Meter	.	.	.	.	3' 0"	11,296'''
2	"	.	.	.	.	6 1	10,592
3	"	.	.	.	.	9 2	9,888
4	"	.	.	.	.	12 3	9,184
5	"	.	.	.	.	15 4	8,480
6	"	.	.	.	.	18 5	7,776
7	"	.	.	.	.	21 6	7,072
8	"	.	.	.	.	24 7	6,368
9	"	.	.	.	.	27 8	5,664
10	"	.	.	.	.	30 9	4,950

Die Beschreibung der für die Uhrmacherkunst mit Vortheil zu verwendenden Messinstrumente.

a. Der Meter- und Zollmaassstab.

Taf. XXIV, Fig. 1 zeigt einen solchen Maassstab, welcher das neu- und altfranzösische Maass anzeigt.

Die metrische Theilung ist mit einem Nonius von $\frac{1}{10}$ versehen, wonach man einen Millimeter in Zehntel (dixième) eintheilen kann. Die Zolltheilung ist mit einem Nonius von $\frac{1}{12}$ versehen, wonach man eine Linie in Zwölftel (douzième) eintheilen kann.

Dieser Maassstab ist so eingerichtet, dass derselbe sich mittels der schlittenartigen Schienen auseinanderziehen und zusammenstellen lässt. Sehr zweckmässig dabei sind die an dem einen Ende mit Spitzen versehenen Backen, was namentlich bei der Uebertragung eines Maasses beim Zeichnen ausserordentlich vortheilhaft ist.

b. Das Zehntel-Maass.

Fig. 2 zeigt ein solches Maass, womit man ebenfalls wie mit vorerwähntem Maassstabe einen Millimeter in Zehntel eintheilt. Dieses ist für Messung von Tiefen sehr zweckmässig und auch zu Messung kleiner Theile bequemer als das grosse Maass Fig. 1.

Mit diesem Zehntelmaass kann man 10 Millimeter messen. Die auf dem Bogen angegebenen 100 Grade geben 10 Millimeter Oeffnung der Zange an, folglich bestimmt jeder einzelne Grad auf dem Bogen $\frac{1}{10}$ Millimeter (oder 1 dixième de Millimetre) Oeffnung der Zange.

c. Der Mikrometer.

Fig. 3 und 4 zeigen einen Mikrometer, womit ein Millimeter in 100 Theile (oder Centième de Millimètre) eingetheilt wird.

Wenn die Oeffnung der Zange einen Millimeter beträgt, so gibt der Zeiger auf dem Zifferblatte die 100 Grade an. Der Umkreis des Zifferblattes ist in 200 Grade eingetheilt, folglich gibt jeder Umkreis, den der Zeiger beschreibt, zwei Millimeter Oeffnung der Zange an.

Fig. 5 und 6 zeigen den inneren Mechanismus eines Mikrometers von unten und von der Seite gesehen. Der Arm *a* dient dazu, den Hebel *g*, woran die eine Hälfte der Zange befestigt ist, abzubewegen. Der grosse Rechen *b* wird dann den Trieb *e* führen, auf dessen Achse zugleich ein Rechen *c* befestigt ist, welcher in den Mitteltrieb *f* greift. Auf der andern Seite greift ein ähnlicher Rechen *d* auch in den Mitteltrieb *f*. Dieser Rechen *d*, auf dessen Achse eine Spiralfeder *s* befestigt ist, wird durch letztere so geführt, dass der Trieb stets in beiden Eingriffen gehalten wird.

Die Spiralfeder *s* muss so viel Kraft auf den Eingriffen der Hebel ausüben, dass der Hebel *g* mit einer geringen Kraft zurückgeführt wird, wenn dieser durch den Arm *a* abbewegt und die Zange geöffnet wurde.

Dieser Mikrometer ist ein zur Messung kleiner Gegenstände, wie Zapfen, Federn etc. etc., äusserst zweckmässiges Instrument, da derselbe eine Zerlegung der Theile bis ins Kleinste enthält.

Die Berechnung der Decimalbrüche und ihre Vergleichung mit den gewöhnlichen Brüchen.

Alle in diesem Werke aufgeführten Maassangaben sind in Decimal ausgedrückt, weil die Decimalrechnung bei Anwendung des Metermaasses das bequemste Rechnungssystem darbietet.

Die Decimalbrüche unterscheiden sich von den gewöhnlichen Brüchen dadurch, dass sie nur aus 10, 100, 1000 u. s. w. Theilen bestehen und ihnen der Nenner fehlt, weil durch den Zähler der Nenner zugleich angegeben wird; ferner dadurch, dass ein Komma die Ganzen von dem Bruche trennt, und wenn keine Ganzen vorhanden sind, an deren Stelle eine Null gesetzt wird. Z. B. 0,3; hier steht die 0 an der Stelle der Ganzen, dahinter die 3, welche durch das Komma von jener getrennt ist; diese 3 bestimmt den Zähler durch ihre Einheit, den Nenner aber, weil sie nach dem Komma als einzelne Zahl steht, bezeichnet sie mit Zehn oder $\frac{3}{10}$. Stehen hinter dem Komma mehrere Nullen oder Zahlen, so bedeutet für den Nenner die erste 10, die zweite 100, die dritte 1000 u. s. w., wie aus Nachstehendem zu ersehen ist:

0,2	gleich	$\frac{2}{10}$	0,420	gleich	$\frac{420}{1000}$	10,30	gleich	$10\frac{30}{100}$
0,04	=	$\frac{4}{100}$	0,991	=	$\frac{991}{1000}$	13,63	=	$13\frac{63}{100}$
0,40	=	$\frac{40}{100}$	1,1	=	$1\frac{1}{10}$	17,004	=	$17\frac{4}{1000}$
0,008	=	$\frac{8}{1000}$	4,6	=	$4\frac{6}{10}$	33,090	=	$33\frac{90}{1000}$
0,023	=	$\frac{23}{1000}$	9,05	=	$9\frac{5}{100}$	483,962	=	$483\frac{962}{1000}$

Um nun denjenigen, die mit der Decimalrechnung nicht hinlänglich bekannt sind, ein Hülfsmittel an die Hand zu geben, habe ich folgende Reciprokentafel aufgestellt, nach deren Anweisung ein Jeder mit

Leichtigkeit einen Decimalbruch in einen gewöhnlichen Bruch übertragen kann, oder umgekehrt.

Reciprokentafel.

Einrichtung und Gebrauch der Reciprokentafel.

Die nachfolgende Tafel enthält die reciproken Werthe der natürlichen Zahlenreihe von 1 bis 1000, oder gibt die Stammbrüche $\frac{1}{1}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ u. s. w. bis $\frac{1}{1000}$ in Decimalbrüchen ausgedrückt an. Die erste Vertikalcolumnne dieser Tafel drückt die Einer und Zehner, die oberste Horizontalcolumnne aber die hierzu gehörigen Hunderte der gegebenen Zahl oder des Nenners vom gegebenen Stammbruche aus. Die übrigen Zahlen sind die den gegebenen Zahlen entsprechenden Decimalbrüche oder Reciproken. Jede dieser Zahlen gehört demjenigen Grundwerthe oder Stammbruche an, welcher mit derselben in einerlei Vertikal- und Horizontalcolumnne liegt. So entspricht z. B. der Werth 0,008929 dem Grundwerthe 112 oder Stammbruche $\frac{1}{112}$, weil derselbe in der mit 12 anfangenden Horizontal- und mit 100 beginnenden Vertikalcolumnne steht. Gleicherweise entspricht der Werth 0,001159 dem Grundwerthe 863 oder Stammbruche $\frac{1}{863}$, weil derselbe in der mit 63 anfangenden Horizontal- und mit 800 beginnenden Vertikalcolumnne sich befindet. Umgekehrt folgt aus der Tafel der reciproke Werth von 238 oder der Stammbruch $\frac{1}{238} = 0,004202$, weil diese Zahl in der mit 38 anfangenden Horizontal- und der mit 200 beginnenden Vertikalcolumnne gefunden wird.

Hiernach findet man auch $\frac{1}{642} = 0,001558$ und $\frac{1}{978} = 0,001022$.

Besteht die gegebene Zahl oder der Nenner des gegebenen Stammbruches aus vier Ziffern, z. B. 2594, so findet man den reciproken Werth oder Decimalbruch durch Interpolation auf folgende Weise: Der reciproke Werth von der kleineren Zahl 2590 ist 0,0003861 und der von um 10 grösseren Zahl 2600 ist 0,0003846, es ist also der letztere Werth um $0,0003846 - 0,0003861 = 0,0000015$ kleiner als der erstere. Die gegebene Zahl 2594 ist aber um 4 grösser als die kleinere Zahl 2590; desshalb hat man dann auch ihren reciproken Werth um $0,4 \times 0,0000015 = 0,0000006$ kleiner als den reciproken Werth 0,0003861 von 2590; es ist demnach der in Frage stehende reciproke Werth von 2594 $= 0,0003861 - 0,0000006 = 0,0003855$. Auf nämliche Weise findet man den reciproken Werth von 264,6 $= 0,003788 - \frac{6}{10} \times (0,003788 - 0,003774) = 0,003788 - 0,000008 = 0,003780$.

Ebenso ist $\frac{1}{63,57} = 0,01575 - 0,7 \times 0,00003 = 0,01575 - 0,00002 = 0,01573$.

Nr.	0	100	200	300	400
0	—	010000	005000	003333	002500
1	1,000000	009901	004975	003322	002494
2	500000	009804	004951	003311	002488
3	333333	009709	004926	003300	002481
4	250000	009615	004902	003289	002475
5	200000	009524	004878	003279	002469
6	166667	009434	004854	003268	002463
7	142857	009346	004831	003257	002457
8	125000	009259	004807	003247	002451
9	111111	009174	004785	003236	002445
10	100000	009091	004762	003226	002439
11	090909	009009	004739	003215	002433
12	083333	008929	004717	003205	002427
13	076923	008850	004695	003195	002421
14	071429	008772	004673	003185	002416
15	066667	008696	004651	003175	002410
16	062500	008621	004630	003165	002404
17	058824	008547	004608	003155	002398
18	055556	008475	004587	003145	002392
19	052632	008403	004566	003135	002386
20	050000	008333	004545	003125	002381
21	047619	008264	004525	003115	002375
22	045455	008197	004505	003106	002370
23	043478	008130	004484	003096	002364
24	041667	008065	004464	003086	002358
25	040000	008000	004444	003077	002353
26	038462	007936	004425	003068	002347
27	037037	007874	004405	003058	002342
28	035714	007812	004386	003049	002337
29	034483	007752	004367	003040	002331
30	033333	007692	004348	003030	002326
31	032258	007634	004329	003021	002320
32	031250	007576	004310	003012	002315
33	030303	007519	004292	003003	002309
34	029412	007463	004274	002994	002304
35	028571	007407	004255	002985	002299
36	027778	007353	004237	002976	002294
37	027027	007299	004219	002967	002288
38	026316	007246	004202	002959	002283
39	025641	007194	004184	002950	002278

Nr.	500	600	700	800	900
0	002000	001667	001429	001250	001111
1	001996	001664	001427	001248	001110
2	001992	001661	001425	001247	001109
3	001988	001658	001422	001245	001107
4	001984	001656	001420	001244	001106
5	001980	001653	001418	001242	001105
6	001976	001650	001416	001241	001104
7	001972	001647	001414	001239	001103
8	001969	001645	001412	001238	001101
9	001965	001642	001410	001236	001100
10	001961	001639	001408	001235	001099
11	001957	001637	001406	001233	001098
12	001953	001634	001404	001232	001096
13	001949	001631	001403	001230	001095
14	001946	001629	001401	001229	001094
15	001942	001626	001399	001227	001093
16	001938	001623	001397	001225	001092
17	001934	001621	001395	001224	001091
18	001931	001618	001393	001222	001089
19	001927	001616	001391	001221	001088
20	001923	001613	001389	001220	001087
21	001919	001610	001387	001218	001086
22	001916	001608	001385	001217	001085
23	001912	001605	001383	001215	001083
24	001908	001603	001381	001214	001082
25	001905	001600	001379	001212	001081
26	001901	001597	001377	001211	001080
27	001898	001595	001376	001209	001079
28	001894	001592	001374	001208	001078
29	001890	001590	001372	001206	001077
30	001887	001587	001370	001205	001075
31	001883	001585	001368	001203	001074
32	001880	001582	001366	001202	001073
33	001876	001580	001364	001200	001072
34	001873	001577	001362	001199	001071
35	001870	001575	001361	001198	001070
36	001866	001572	001359	001196	001068
37	001862	001570	001357	001195	001067
38	001859	001567	001355	001193	001066
39	001855	001565	001353	001192	001065

Nr.	0	100	200	300	400
40	025000	007143	004167	002941	002273
41	024390	007092	004149	002933	002268
42	023809	007042	004152	002924	002262
43	023256	006993	004115	002915	002257
44	022727	006944	004098	002907	002252
45	022222	006897	004082	002899	002247
46	021739	006849	004065	002890	002242
47	021277	006803	004049	002882	002237
48	020833	006757	004032	002874	002232
49	020408	006711	004016	002865	002227
50	020000	006667	004000	002857	002222
51	019608	006623	003984	002849	002217
52	019231	006579	003968	002841	002212
53	018868	006536	003953	002833	002208
54	018519	006494	003937	002825	002203
55	018182	006452	003922	002817	002198
56	017857	006410	003906	002809	002193
57	017544	006369	003891	002801	002188
58	017241	006329	003876	002793	002183
59	016949	006289	003861	002786	002179
60	016667	006250	003846	002778	002174
61	016393	006211	003831	002770	002169
62	016129	006173	003817	002762	002165
63	015873	006135	003802	002755	002160
64	015625	006097	003788	002747	002155
65	015385	006061	003774	002740	002151
66	015152	006024	003759	002732	002146
67	014925	005988	003745	002725	002141
68	014706	005952	003731	002717	002137
69	014493	005917	003717	002710	002132
70	014286	005882	003704	002703	002128
71	014085	005848	003690	002695	002123
72	013889	005814	003676	002688	002119
73	013699	005780	003663	002681	002114
74	013514	005747	003650	002674	002110
75	013333	005714	003636	002667	002105
76	013158	005682	003623	002660	002101
77	012987	005650	003610	002653	002096
78	012820	005618	003597	002646	002092
79	012658	005587	003584	002639	002088

Nr.	500	600	700	800	900
40	001852	001563	001351	001190	001064
41	001848	001560	001350	001189	001063
42	001845	001558	001348	001188	001062
43	001842	001555	001346	001186	001060
44	001838	001553	001344	001185	001059
45	001835	001550	001342	001183	001058
46	001832	001548	001340	001182	001057
47	001828	001546	001339	001181	001056
48	001825	001543	001337	001179	001055
49	001821	001541	001335	001178	001054
50	001818	001538	001333	001176	001053
51	001815	001536	001332	001175	001052
52	001812	001534	001330	001174	001050
53	001808	001531	001328	001172	001049
54	001805	001529	001326	001171	001048
55	001802	001527	001325	001170	001047
56	001799	001524	001323	001168	001046
57	001795	001522	001321	001167	001045
58	001792	001520	001319	001166	001044
59	001789	001517	001318	001164	001043
60	001786	001515	001316	001163	001042
61	001783	001513	001314	001161	001041
62	001779	001511	001312	001160	001040
63	001776	001508	001311	001159	001038
64	001773	001506	001309	001157	001037
65	001770	001504	001307	001156	001036
66	001767	001502	001305	001155	001035
67	001764	001499	001304	001153	001034
68	001761	001497	001302	001152	001033
69	001757	001495	001300	001151	001032
70	001754	001493	001299	001149	001031
71	001751	001490	001297	001148	001030
72	001748	001488	001295	001147	001029
73	001745	001486	001294	001145	001028
74	001742	001484	001292	001144	001027
75	001739	001481	001290	001143	001026
76	001736	001479	001289	001142	001025
77	001733	001477	001287	001140	001024
78	001730	001475	001285	001139	001022
79	001727	001473	001284	001138	001021

Nr.	0	100	200	300	400
80	012500	005556	003571	002632	002083
81	012346	005525	003559	002625	002079
82	012195	005494	003546	002618	002075
83	012048	005464	003534	002611	002070
84	011905	005435	003521	002604	002066
85	011765	005405	003509	002597	002062
86	011628	005376	003497	002591	002058
87	011494	005348	003484	002584	002053
88	011364	005319	003472	002577	002049
89	011236	005291	003460	002571	002045
90	011111	005263	003448	002564	002041
91	010989	005236	003436	002558	002037
92	010870	005208	003425	002551	002033
93	010753	005181	003413	002545	002028
94	010638	005155	003401	002538	002024
95	010526	005128	003390	002532	002020
96	010417	005102	003378	002525	002016
97	010309	005076	003367	002519	002012
98	010204	005051	003356	002513	002008
99	010101	005025	003344	002506	002004

Nr.	500	600	700	800	900
80	001724	001471	001282	001136	001020
81	001721	001468	001280	001135	001019
82	001718	001466	001279	001133	001018
83	001715	001464	001277	001132	001017
84	001712	001462	001276	001131	001016
85	001709	001460	001274	001130	001015
86	001706	001458	001272	001129	001014
87	001704	001456	001271	001127	001013
88	001701	001453	001269	001126	001012
89	001698	001451	001267	001125	001011
90	001695	001449	001266	001124	001010
91	001692	001447	001264	001122	001009
92	001689	001445	001263	001121	001008
93	001686	001443	001261	001120	001007
94	001684	001441	001259	001119	001006
95	001681	001439	001258	001117	001005
96	001678	001437	001256	001116	001004
97	001675	001435	001255	001115	001003
98	001672	001433	001253	001114	001002
99	001669	001431	001252	001112	001001

Alphabetisches Register.

(Die Ziffern bedeuten die Seitenzahl).

A.

- Abdrehen der Hemmungsräder. 100.
Achsen, Anfertigung derselben für die Unruhe. 55.
— „ „ „ den Anker. 56.
Anker, Anweisung zum Entwurfe derselben. 19—24.
— „ „ „ der für die Uebertragung derselben in's Kleine erforderlichen Zeichnung. 35—38.
— Anfertigung derselben. 38—43.
Ankerfassung, Anfertigung derselben zu der ruhenden Ankerhemmung für Pendeluhren. 15.
Ankerhemmung, die ruhende, für Pendeluhren von Graham. 8—13.
— verschiedene Constructionen derselben für Taschenuhren. 29—33.
Anlacken der Metallgegenstände an Futter der Drehbank, zum Abdrehen. 13—14.
Ausdehnung der Metalle. 144.
Auslösungsfeder, Anfertigung derselben. 96.
— rolle, „ „ 99.

B.

- Berechnung der Decimalbrüche. 230—232.
Bereitung des Diamantpulvers zur Bearbeitung der Edelsteine. 192—194.
Berthoud's, Ferdinand, Methode, die Spirale isochronisch zu machen. 162.

Bewegungen, vom Einflusse derselben auf die Unruhschwingungen. 159—161.

Bohren der Edelsteine. 197—202.

Bohrer für Steinlöcher. 197.

Breguet's Spiralfeder. 164 u. 168.

C.

Centrirung der Steine zum Durchbohren und zur fernerer Bearbeitung. 197 u. 198.

— der Gegenstände zum Einfassen der Steine auf dem Universaldrehstuhl. 203.

Chrysolithe zur Verwendung in Uhren. 189.

Compensation, einfache, an der Spiralfeder. 171—173.

— durch die Unruhe. 140—143.

— Regulirung derselben. 179—183.

Compensations-Unruhe. 140—143.

— — Anfertigung derselben. 144—153.

Cylinderhemmung. 63—73.

— rad, Anfertigung desselben. 66—69.

Cylinder, Anfertigung desselben. 69—73.

— „ „ aus Stein. 216—219.

Cylindrische Spiralfeder, Anfertigung derselben. 166—168.

D.

Diamant, Wahl desselben zur Bearbeitung der Edelsteine. 191.

— Vorbereitung desselben zum Drehen und Vorschleifen der rohen Edelsteine. 191 u. 192.

Diamantpulver, Bereitung desselben zum Bohren, Schleifen und Poliren der Edelsteine. 192—194.

Doppelradhemmung, ruhende. 74—79.

— Federhemmung, freie. 87—89.

Drehstuhl zur Bearbeitung der Edelsteine. 192.

E.

Edelsteine, die Auswahl derselben zur Anwendung in Uhren. 189—191.

— Bearbeitung derselben zu jeglichem Gebrauche für Uhren. 188—222.

Einfassung der Steinlöcher. 203—206.
 Einsatzmittel zum Härten der Fraisen. 6.
 Einschneiden für die Hebelsteine in Anker. 42 u. 43.

F.

Feder, Auslösungs-, Anfertigung derselben. 96 u. 97.
 — Hemmungs-, „ „ 93—96.
 — Spiral-, à la Breguet, Herstellung der Biegung derselben.
 168 u. 169.
 — — cylindrische, Anfertigung derselben. 166—168.
 Federhemmung, freie. 84—87.
 — freie Doppelrad-. 87—89.
 Fraisen, Anfertigung derselben zum Schneiden der Hemmungs-
 räder. 136—138.
 — Vorthelle beim Härten derselben. 139.

G.

Gabel für Ankerhemmung, Anweisung zum Entwurfe derselben.
 25 u. 26.
 — Uebertragung der Länge derselben in's Kleine aus einer
 in vielfach vergrössertem Maassstabe entworfenen Zeich-
 nung. 44 u. 45.
 — Anfertigung derselben. 47—50.
 Gewichte zur Regulirung der Compensation an Unruhen. 142,
 143 u. 153.
 Gleichgewicht der Gabel mit dem Anker. 50.
 — der Unruhe. 180 u. 183.
 Grabstichel von Diamant. 191.
 Graham's ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhrn. 8—13.

H.

Härte der Edelsteine, Prüfung derselben. 190.
 Härten des Stahls. 5 u. 6.
 — der Fraisen zum Schneiden der Räder. 139.
 Hebel, die hauptwirkenden, für die freien Hemmungen zu Chro-
 nometern. 80—83.

- Hebel, Grösse derselben für die freie Hemmung mit stetiger Kraft. 118 u. 119.
- Grösse derselben für die freie Hemmung mit stetiger Kraft und Auslösung. 125—127.
- Hebelsteine, Anfertigung derselben für Anker- und Chronometerhemmungen. 206—216.
- Uebertragung der Stärke derselben in bestimmtes Maass für die Scheiben zu Ankerhemmungen. 46.
- Hemmung im Allgemeinen. 1—3.
- Anker-, ruhende zu Pendeluhren von Graham. 8—13.
- — zu Taschenuhren. 29—33.
- Ancre bascule. 107—110.
- Cylinder-. 63—73.
- Doppelrad-, (Duplex) ruhende. 74—79.
- Doppelradfeder-, freie. 87—89.
- Feder-, freie. 84—87.
- freie, mit dem Schwengel (à bascule). 90—92.
- mit stetiger Kraft. 113—121.
- „ „ „ und Auslösung. 122—131.
- von Robin. 102—107.
- Hemmungsfeder, Anfertigung derselben. 93—96.
- rad für Chronometer, Vollenden desselben. 99.

I.

- Isochronismus der Spiralfeder. 161—165 u. 173—176.
- der Unruhschwingungen. 161—165.
- der Unruhschwingungen durch die Spiralfeder herzustellen. 173—176.

K.

- Kälte, künstliche, zur Regulirung der Compensation. 181.

L.

- Laplace und Lavoisier, Tabelle der Ausdehnung der Metalle. 144.
- Löcher, Zapfen-, von Stein, Anfertigung derselben. 197—202.
- Luft der Zapfen in den Löchern. 61 u. 62.
- Luftwiderstand gegen die Compensations-Unruhe. 157 u. 158.

M.

- Maass der zur Anfertigung der Anker erforderlichen Winkel. 36.
 — „ „ „ „ „ „ „ „ Scheiben. 37.
 Maass, Meter-, die Entstehung und die vortheilhafte Anwendung desselben. 225.
 — Meter-, Vergleichung desselben mit dem altfranzösischen Maass. 226 u. 227.
 Maassangabe der Zapfenstärke für die Ankerhemmung zu Pendeluhren. 17.
 — der Zapfenstärke zur Grösse der Uhr für Anker-, Cylinder- und Duplexhemmungen. 60 u. 61.
 — der Zapfenstärke zur Schwere der Unruhe für die freien Hemmungen zu Chronometern. 100 u. 101.
 Messinstrumente, der Meter- und Zollmaassstab. 228.
 — das Zehntelmaass. 228.
 — der Mikrometer. 229.
 Metalle, Ausdehnung derselben. 144.
 — specifisches Gewicht derselben. 223.
 — Behandlung derselben. 4—7.
 — die Wahl derselben für Gabeln zu Ankerhemmungen. 46 u. 47.
 Mörser zum Zerschlagen der Diamante. 191.
 — zur Bereitung des Diamantpulvers. 192.

O.

- Oel, von der Wahl und dem Präpariren und dessen Anwendung in Uhren. 184—187.

P.

- Paletten, Anfertigung derselben für die ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren. 15—17.
 — Anfertigung derselben aus Stein. 206—210.
 Pierre Le Roy's Methode, die Unruhschwingungen isochronisch zu machen. 162.
 Poliren der Achsen. 55 u. 56.
 — der Steinlöcher. 199—202.
 — der Paletten für die ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren. 16 u. 17.

- Poliren der Hemmungsfeder für Chronometer. 95.
— der Scheibe für die Ankerhemmung. 52 u. 53.
— der Sicherheitsrolle für die Ankerhemmung. 54.
— der Scheibe für Chronometer. 98.
— der Auslösungsrolle für Chronometer. 99.
Pulver, Diamant-, Bereitung desselben zur Bearbeitung der Edelsteine. 192—194.

R.

- Rad, Hemmungs-, für Chronometer, Uebertragung der Grösse desselben in's Kleine aus einer in vielfach vergrössertem Maassstabe entworfenen Zeichnung. 83.
Räder, Vorbereitung zum Schneiden derselben für Hemmungen. 132.
— Steige-, Schneiden derselben für die ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren. 133.
— Anker-, mit spitzen Zähnen, das Schneiden derselben für Taschenuhren. 133.
— Anker-, mit abgeschrägten Zähnen, das Schneiden derselben für Taschenuhren. 134.
— Cylinder-, das Schneiden derselben. 67.
— Doppel- (Duplex), das Schneiden derselben. 134 u. 135.
— Hemmungs-, für Chronometer, das Schneiden derselben. 136.
— Hemmungs-, für Chronometer, das Vollenden derselb. 99.
Regulirung der Uhren. 170—173.
— „ „ in verschiedenen Lagen. 177—179.
— der Compensation. 179—183.
— der Chronometer. 179—183.
Rolle, Sicherheits-, für die Ankerhemmung, Regeln für dieselbe. 27.
— Sicherheits-, Anfertigung derselben. 54.
Rubine zur Anwendung in Uhren. 189.
Rücker zur Regulirung der Uhren. 170—173.

S.

- Saphire zur Anwendung in Uhren. 189.
Scheibe, Anweisung zum Entwurfe derselben für Ankerhemmungen. 25 u. 26.

- Scheibe, Uebertragung der Grösse derselben in's Kleine aus einer in vielfach vergrössertem Maassstabe entworfenen Zeichnung für Ankerhemmungen. 45.
- Regeln für die Sicherheit an derselben. 27.
 - Anfertigung derselben. 50—53.
 - Anweisung zum Entwurfe derselben für die freien Hemmungen zu Chronometern. 80—82.
 - Uebertragung der Grösse derselben in's Kleine aus einer in vielfach vergrössertem Maassstabe entworfenen Zeichnung für die freien Hemmungen zu Chronometern. 83.
 - Anfertigung derselben für Chronometer. 98.
- Schleifen der Edelsteine. 195—222.
- der Hemmungsfeder für Chronometer. 94 u. 95.
 - der Auslösungsfeder für Chronometer. 96.
- Schmelzen der Compensations-Unruhen. 145—149.
- Schneiden des Steigerades für Pendeluhren. 133.
- des Ankerrades mit spitzen Zähnen. 133.
 - „ „ „ abgeschrägten Zähnen. 134.
 - des Doppelrades (Duplex). 134 u. 135.
 - des Hemmungsrades für Chronometer. 136.
 - der Fraisen zum Schneiden der Hemmungsräder. 136—139.
 - der Edelsteine. 195 u. 196.
- Schwengel (bascule), Anfertigung desselben. 97 u. 98.
- Sicherheitsrolle für die Ankerhemmung, Regeln für dieselbe. 27.
- Anfertigung derselben. 54.
- Sortiren des Diamantpulvers. 194.
- Specifisches Gewicht einiger Metalle und anderer festen Körper. 223 u. 224.
- Spiralfeder à la Breguet, die Herstellung der Biegung derselben. 168 u. 169.
- cylindrische, Anfertigung derselben. 166—168.
 - Isochronismus derselben. 161—165 u. 173—176.
- Spiralklößchen. 165.
- rolle. 165.
- Stähle, Vorbereitung derselben zum Rouliren der konischen Zapfen. 58.

- Steincylinder, Anfertigung desselben. 216—219.
Steindecke, Anfertigung derselben. 202.
Stein-, Hebel-, für Anker, Anfertigung derselben. 206—216.
— für Chronometer, Anfertig. derselben. 213—216.
Steinlöcher, das Bohren, Schleifen u. Poliren derselben. 197—202.
— das Setzen oder Einfassen derselben. 203—206.
Steinpaletten zu Ankern für Regulateure, Anfertigung derselben. 206—210.
Steinrolle für die Doppelradhemmung, Anfertigung derselben. 219—222.
Steindrehbank zur Bearbeitung der Edelsteine. 192.

T.

- Tabelle der Ausdehnung verschiedener Metalle. 144.
— der specifischen Gewichte einiger Metalle und anderer festen Körper. 223 u. 224.
— zur Vergleichung des Metermaasses mit dem altfranzösischen Maass. 226 u. 227.
— zur Vergleichung der Decimalbrüche mit den gewöhnlichen Brüchen. 234—239.

U.

- Unruhe, compensirende. 140—143.
— Verhältniss des Durchmessers der Höhe und Schwere derselben zu der Grösse der Uhr (für Taschenuhren). 153—156.
— Anfertigung derselben. 144—153.
Unruhschwingungen, Anzahl derselben. 159 u. 160.
— Ausdehnung derselben. 160.
— Isochronismus derselben. 161—165 und 173—176.
— vom Einflusse der äusseren Bewegungen auf dieselben. 159—161.
Unruhzapfen. 57—62.

W.

- Widerstand der Luft gegen die Compensations-Unruhe. 157 u. 158.



Wirkung der Temperatur auf die Compensations-Unruhe.
140—142.

Z.

Zähne, Neigung derselben des Hemmungsrades für Pendeluhren. 10.

— Neigung derselben des Ankerrades für Taschenuhren. 22 u. 24.

— Neigung derselben des Cylinderrades. 67.

— „ „ „ Doppelrades (Duplex). 76.

— „ „ „ Chronometerrades. 82.

Zapfen, die konischen. 57.

— das Rouliren und Poliren derselben. 59.

— Luft derselben in den Löchern. 61 u. 62.

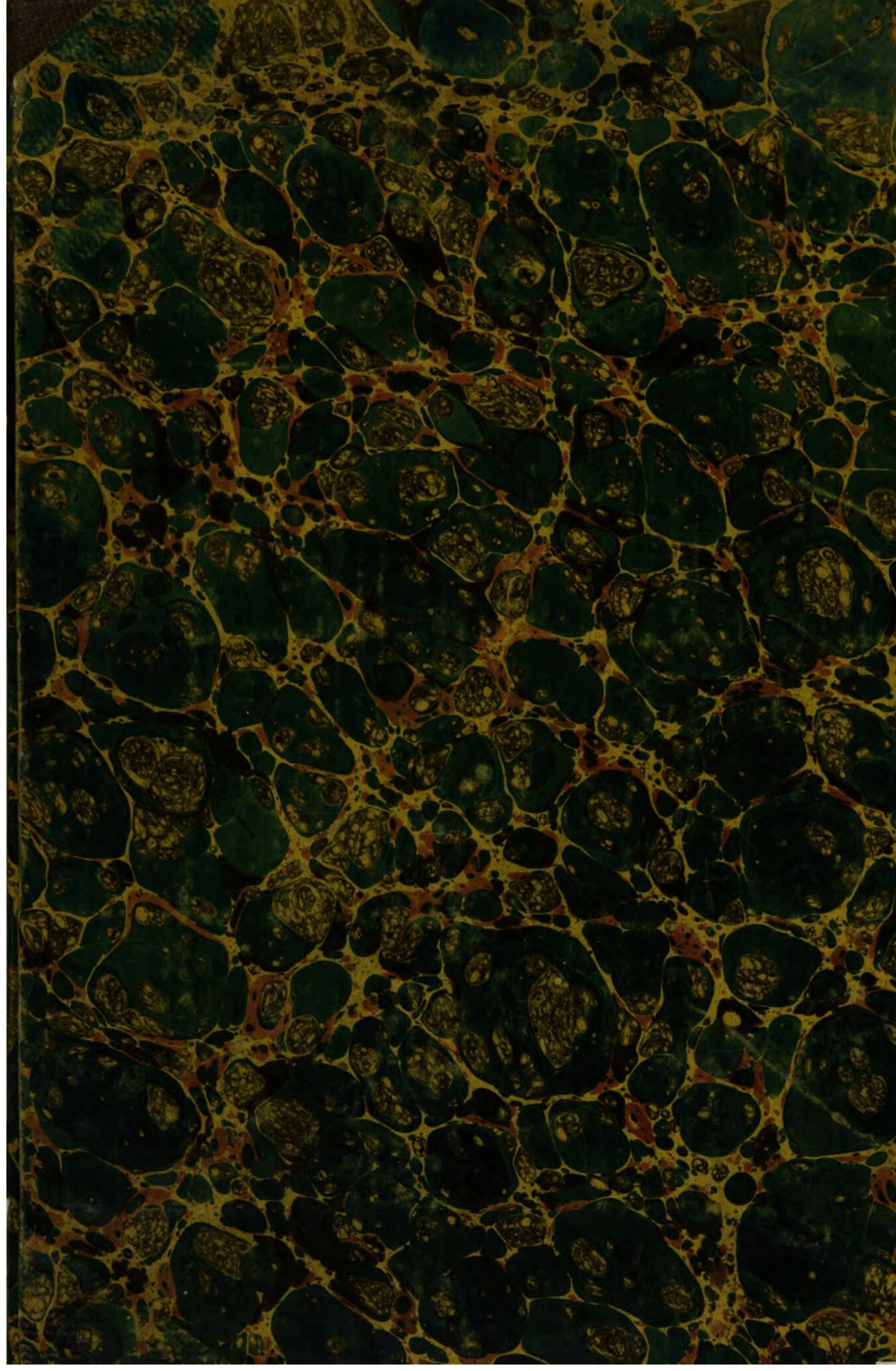
Zapfenlöcher, Anfertigung derselben aus Stein. 197—202.

Zapfenstärke, Maassangabe derselben für die ruhende Ankerhemmung zu Pendeluhren. 17 u. 18.

— Verhältniss derselben zur Grösse der Uhr für Anker-, Cylinder- u. Doppelradhemmungen. 60 u. 61.

— Verhältniss derselben zur Schwere der Unruhe für Chronometer. 100.





Martens, J. H.

Beschreibung der Hemmungen der höheren Uhrmacherkunst Anleitung zur
Anfertigung dieser Hemmungen und die Kunst Edelsteine zu jeglichem
Gebrauche für Uhren zu bearbeiten ; nebst einem Atlas ...
Bd.: [1]

Furtwangen 1858

Passau, Staatliche Bibliothek -- S nv/OS 754-1
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11346380-5